

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**VARIACIÓN ESPACIO - TEMPORAL TRIMESTRAL DEL FITOPLANCTON  
MARINO EN LA PLATAFORMA ALBACORA DEL LOTE Z1, PROVINCIA  
DE TUMBES – TUMBES, PERÚ**

Tesis para optar el Título Profesional de  
Licenciada en Biología

Sandra Claudette Falero Alama

Lima, Perú  
2019

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**VARIACIÓN ESPACIO - TEMPORAL TRIMESTRAL DEL FITOPLANCTON  
MARINO EN LA PLATAFORMA ALBACORA DEL LOTE Z1, PROVINCIA  
DE TUMBES – TUMBES, PERÚ**

Tesis para optar el Título Profesional de  
Licenciada en Biología

Sandra Claudette Falero Alama

Asesora: Msc. Flor de María Madrid Ibarra.

Lima, Perú  
2019

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanas, quienes confiaron en mí y me ayudaron a culminar mi carrera, guiándome por el camino de la superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitir la culminación de un paso más en mi escalera de metas profesionales.

A mi asesora, Blga. Flor de María Madrid, por sus consejos, tiempo dedicado y por transmitirme confianza en la realización de esta investigación. Y al Dr. Hugo Gonzales quien influyó en mi decisión de graduarme con tesis.

Al Ing. Héctor Guevara Díaz, Gerente General de la empresa GEOLAB S.R.L, por permitirme utilizar y facilitarme los recursos necesarios para la investigación, a los ingenieros Joaquín Garrido y Jorge Carrasco, que me aceptaron y brindaron su apoyo como integrante del Área de Proyectos de la empresa GEOLAB S.R.L. Agradecer también a los Blgos: Diego Espinoza y Roberto Ledesma quienes me dieron los consejos puntuales para continuar con la presente investigación.

A mis mejores amigos: Belén, Janet, María Inés, Ariana, Lucia, Alex, Esther, Liz, Rebeca, Jorge, Pamela, Karin, Romina, Belma, Juls, Jimmy y Maricarmen por su apoyo moral incondicional. Y también a mis familiares y amigos que pusieron su confianza en mí, brindándome su motivación para la culminación de la presente investigación.

## Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del Problema:	2
1.2	Justificación de la investigación	2
1.3	Objetivo General	2
1.4	Objetivos específicos	2
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Ecosistema marino del Noroeste peruano	3
2.2	Fitoplancton marino:	3
2.3	Indicadores Biológicos:	4
2.4	Índices de diversidad	4
2.5	Masas de Agua	4
2.6	Variables Ambientales	4
III.	ANTECEDENTES	6
IV.	HIPÓTESIS:	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS:	11
5.1	Lugar de ejecución:	11
5.2	Tipo y diseño de investigación:	13
5.3	Variables:	13
5.4	Operacionalización de las variables:	13
5.5	Muestreo:	14
5.5.1	Toma de muestra en Campo	14
5.6	PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	15
5.6.1	Procedimiento en el laboratorio	15
5.6.2	Análisis de Datos	16
VI.	RESULTADOS	18
6.1	Fitoplancton:	18
6.1.1	Diatomeas durante el primer trimestre (enero - marzo 2014)	18

6.1.2	Dinoflagelados durante el primer trimestre (enero - marzo 2014)	18
6.1.3	Diatomeas registradas en el segundo trimestre (abril - junio 2014)	24
6.1.4	Dinoflagelados registrados en el segundo trimestre (abril - junio 2014)	24
6.1.5	Diatomeas en el tercer trimestre (julio - setiembre 2014)	31
6.1.6	Dinoflagelados en el tercer trimestre (julio - setiembre 2014)	31
6.1.7	Diatomeas en el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014)	38
6.1.8	Dinoflagelados en el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014)	38
6.2	Variables ambientales en aguas superficiales:	47
6.3	Índices de Diversidad:	52
VII.	DISCUSIÓN	53
7.1	Fitoplancton:	53
7.2	Variables Ambientales	55
7.3	Índices De Diversidad	56
VIII.	CONCLUSIONES	57
IX.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:	58

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la plataforma Albacora del Lote Z1, a 10 millas náuticas de la costa de los distritos de Corrales y La Cruz, Provincia de Tumbes - Tumbes, y consistió en evaluar la variación espacio – temporal trimestral del fitoplancton marino del año 2014; se tomaron las variables ambientales como temperatura superficial del mar, salinidad, pH y oxígeno disuelto. Se recolectaron 100 muestras en total y la metodología utilizada fue la publicada en el *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* con algunas modificaciones en campo. Las muestras de fitoplancton se recolectaron en superficie, mediante una red de 75 micras de abertura con un diámetro de 20 cm, por arrastre superficial en una embarcación de pesca artesanal a una velocidad de 5,556 Km por 5 minutos. Se registró un total de 201 especies entre diatomeas y dinoflagelados, predominando las diatomeas con 119 especies; obteniéndose como resultados que la variación espacio-temporal del fitoplancton registró mayor riqueza y abundancia en las estaciones E-4 y E-5 durante el segundo trimestre, esto se da cuando la temperatura superficial alcanza un promedio de 25,5°C, la salinidad 33.2 UPS, el pH 8.1 y el Oxígeno Disuelto 5.9 ml/L, valores que se encuentran dentro de los estándares de calidad de agua ECA, según el DSN002-2008-MINAM. En cuanto a los índices de diversidad del fitoplancton reconocen el dominio de las diatomeas sobre los dinoflagelados en las estaciones E-1, E-2 y E-3 durante todos los trimestres del año. Se reportan como bioindicadores del fitoplancton a *Chaetoceros coarctatus*, *Guinardia striata* y *Ceratium breve* relacionados con el incremento de la temperatura y típicas de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

Palabras clave: Variación, espacio - temporal, Fitoplancton, Índices de Diversidad.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out on the Albacora platform of Lot Z1, 10 nautical miles from the coast of the Corrales and La Cruz districts, Tumbes - Tumbes Province, and consisted of evaluating the quarterly spatio - temporal variation of the marine phytoplankton of the year 2014; environmental variables were taken as sea surface temperature, salinity, pH and dissolved oxygen. 100 samples were collected in total and the proposed methodology for sampling was published in the Standard Methods for Examination of Water and Wastewater with some modifications in the field. The phytoplankton samples collected on the surface (0 meters), through a network of 75 microns of aperture with a diameter of 20 cm, by surface drag at a speed of 5,556 Km for 5 minutes. 201 species were recorded between diatoms and dinoflagellates, with diatoms predominating with 119 species. Obtaining as results that the spatio-temporal variation of the phytoplankton registered greater wealth and abundance in stations E-4 and E-5 during the second quarter, this occurs when the surface temperature reaches an average of 25.5 ° C, salinity 33.2 UPS, pH 8.1 and Dissolved Oxygen 5.9 ml / L. Regarding phytoplankton diversity indices, they recognize the dominance of diatoms over dinoflagellates in stations E-1, E-2 and E-3 during all the quarters of the year. *Chaetoceros coarctatus*, *Guinardia striata* and *Ceratium breve* related to the presence of Surface Equatorial Waters (AES) reported as phytoplankton bioindicators.

Key words: temporal, spatial variation, phytoplankton, diversity indices.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La zona marino costera del Perú alberga una gran diversidad de especies, debido a la productividad generada por los procesos físicos – químicos y biológicos, que contribuyen al enriquecimiento de la comunidad planctónica, con el predominio del fitoplancton: diatomeas y dinoflagelados. La diversidad planctónica que presenta el mar de Tumbes, cuya temperatura corresponde aguas tropicales y ecuatoriales, es muy variada y presenta una gran diversidad de hábitats y nichos ecológicos; teniendo al fitoplancton como representante de la cadena alimenticia. La productividad primaria no solo es importante para el equilibrio y regulación de los ecosistemas, sino también para un desarrollo sustentable.

En la provincia de Tumbes, se ha desarrollado la actividad de extracción de hidrocarburos mediante el uso de plataformas marinas, como la Plataforma Albacora que se encuentra en el Lote Z1 ubicada 10 millas náuticas de la costa norte. Las operaciones de exploración, perforación y extracción de hidrocarburos alteran las condiciones físico-químicas y biológicas de los ecosistemas marinos, estos parámetros son determinantes para la estabilidad de la diversidad marina.

Cumpliendo con las obligaciones que tienen las empresas de actividades extractivas en la provincia de Tumbes con el estado peruano, se llevan a cabo planes de control y seguimiento de la calidad ambiental y calidad del agua marina en las áreas que se realizan operaciones de exploración, perforación y extracción de hidrocarburos.

La calidad ambiental marina favorece el enriquecimiento del plancton; los cambios que se producen en el espacio y tiempo generan variaciones en la composición del plancton, determinando que especímenes se repiten en un mismo espacio-tiempo de manera que se puedan considerar como potenciales bioindicadores. Es importante también relacionar la información existente ya publicada, sobre la comunidad planctónica, y reconocer las especies que se presentan estacional y temporalmente, además de las que prevalecen como resultado de su mayor tolerancia.

En ese sentido la presente investigación realizó un monitoreo durante el año 2014 del fitoplancton marino superficial en los alrededores de la Plataforma Albacora del Lote Z1, provincia de Tumbes, evaluando la diversidad de las especies en el tiempo y en el espacio de acuerdo a sus condiciones ambientales.

### 1.1 **Planteamiento del Problema:**

El mar de Tumbes, es una zona de importancia por su concentración en nutrientes, biomasa y diversidad marina, frente a esta se concentra también la actividad pesquera e industrias de extracción como las Plataformas marinas petroleras, sin embargo, el manejo de estas actividades y el mantenimiento del ecosistema marino en esta zona generan poca sostenibilidad. La frecuencia de monitoreos en el área de muestreo genera información para entidades competentes sin mayor difusión de los datos, como la variación espacio – temporal, de los organismos planctónicos; además la mayoría de estudios e investigaciones reportadas se realiza sobre la composición y abundancia de estos en la costa central y sur del Perú.

### 1.2 **Justificación de la investigación**

La importancia de este proyecto radica en que reforzará el conocimiento con respecto a la variabilidad espacio-temporal del fitoplancton en los alrededores de la Plataforma Albacora, además servirá como aporte a la información que se tiene de riqueza y abundancia del fitoplancton marino superficial de la provincia de Tumbes. Complementando la información obtenida para poder llevar a cabo medidas de control y seguimiento que permitan conservar a largo plazo estas especies y el ecosistema que habitan para asegurar de esta manera el acceso a su potencial, siendo de gran interés en la red trófica marina.

### 1.3 **Objetivo General**

Evaluar la variación espacio-temporal trimestral del fitoplancton marino superficial en la plataforma Albacora del Lote Z1, en los distritos de Corrales y La Cruz provincia de Tumbes – Tumbes, Perú durante el año 2014.

### 1.4 **Objetivos específicos**

- Determinar la variación espacio-temporal trimestral de la riqueza y abundancia de las especies recolectadas del fitoplancton en la plataforma Albacora del Lote Z1, del año 2014.
- Determinar la variación espacio-temporal trimestral de los índices de Diversidad Alfa (Shannon-Winner, Simpson y Pielou) de la zona de estudio del año 2014.
- Determinar la variación espacio-temporal trimestral de las variables ambientales (temperatura, salinidad, pH, y oxígeno disuelto) de la zona de estudio del año 2014.
- Registrar los bioindicadores del fitoplancton marino identificados en la zona de estudio durante el año 2014.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ecosistema marino del Noroeste peruano

Forma parte del ecosistema de la Corriente Ecuatorial caracterizado por ser de aguas cálidas y aparece entre los meses de diciembre a abril. Esta corriente provoca el aumento de la temperatura superficial del mar y sus meses de mayor intensidad son de enero a abril, posee un flujo estrecho costero de norte a sur y proviene de la cuenca de Panamá, baja hasta las costas de Ecuador y Perú (INOCAR, 2005). En estas aguas cálidas se observan una diversidad de organismos planctónicos, que conforman y que sostienen la riqueza marina de Tumbes. Aún no se conoce en forma detallada la diversidad de estos organismos, siendo necesario investigar sus interacciones con algunos parámetros ambientales.

### 2.2 Fitoplancton marino:

El fitoplancton está compuesto por un gran número de microorganismos unicelulares, en su mayoría diatomeas y dinoflagelados, tiene gran importancia dentro de los procesos biológicos de los mares, son autótrofos y sirven de alimento directo o indirectamente a los organismos consumidores (Ruppert, Barnes & Salido, 1996). Las diatomeas poseen una amplia variedad de especies con muchas formas y tamaños, estas no tienen movimiento y tienden a sedimentar, son utilizadas como bioindicadores siendo las más frecuentes en las investigaciones científicas y monitoreos ambientales las del género *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Rhizosolenia* y *Thalassiosira*. A diferencia de las diatomeas, los dinoflagelados poseen flagelos que les permiten desplazarse y así buscar la luz, éstos también son utilizados como bioindicadores. Por ejemplo, en condiciones "anormales" pueden formar densas agregaciones en la superficie del mar, cambiando de color el agua y así originar las llamadas "mareas rojas"; las cuales en la mayoría de los casos no son peligrosas, pero si existen géneros como *Alexandrium* y *Gymnodinium* que representan floraciones algales nocivas (Torres & Tapia 2002). El fitoplancton es utilizado como un bioindicador muy promisorio debido a sus ciclos vitales cortos en el medio marino, además refleja su sensibilidad a los cambios de temperatura y salinidad, siendo buenos indicadores oceanográficos (Mohan *et al.*, 2006). Este responde rápidamente a los cambios que pueden ocurrir en las masas de agua por procesos naturales o antrópicos; algunas especies son buenos indicadores biológicos de las masas de agua como Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

### 2.3 Indicadores Biológicos:

Son aquellas especies que, por su ausencia o presencia, indican la abundancia o la existencia de un factor crítico determinado o señalan el impacto de un contaminante presente en el medio e idealmente deberían tener rangos de tolerancia y preferencias ambientales conocidas. Estos integran las respuestas a cambios medioambientales tanto a corto como a largo plazo, puesto que deben completar su ciclo vital en el ambiente que habitan (Lanza *et al.*, 2011).

### 2.4 Índices de diversidad

Para los ecosistemas acuáticos, los Índices de Diversidad son básicamente una aproximación a la calidad biológica a través de la estructura de la comunidad (Magurran, 1988). Los Índices de diversidad permiten reconocer las zonas de alta biodiversidad o “*hot spots*”, facilitando la toma de decisiones. Los índices de diversidad más evaluados son los índices de Shannon, Simpson y Pielou pues son indicadores de un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad.

### 2.5 Masas de Agua

La costa tumbesina, debido a su cercanía con la región ecuatorial tiene dentro de sus características oceánicas la influencia de aguas de la región ecuatorial, las cuales son dominantes en todo el año. Estas aguas que toman contacto con la costa tumbesina son las *Aguas Tropicales Superficiales (ATS)*, las cuales se localizan al norte de los 4°S (Morón 2000) y las *Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES)*, que se encuentran al norte de los 6°S (Zuta & Guillen, 1970, Morón 2000).

	Salinidad (UPS)	Temperatura (°C)	Característica
<b>Aguas Tropicales Superficiales (ATS)</b>	< 33.8	≥ 25	Al norte de 4°S, y excepcionalmente pueden avanzar varios grados hacia el sur, cuando ocurre el fenómeno "El Niño".
<b>Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES)</b>	33.8 a 34.8	≥ 20	Al norte de los 6°S, generalmente con gran intensidad en los meses de primavera y verano.

FUENTE: ZUTA & GUILLEN, 1970; MORÓN 2000.

### 2.6 Variables Ambientales

La temperatura, es un factor fundamental para la composición del plancton marino. En aguas cálidas el proceso de la productividad plantónica es limitado, pudiendo crecer más rápido que en aguas frías. Otro factor de importancia para el crecimiento y estabilidad de las especies planctónicas es la salinidad, propiedad importante de cuerpos de agua naturales, pues afecta la distribución de las concentraciones celulares que se desarrollan en ese entorno (Basilio, 2014).

El pH, se determina "*in situ*" con el uso del pHmetro. Las aguas de mar cálidas poseen valores mayores de 7 y pueden producir la precipitación de ciertas sales. En las medidas de pH se tiene presente su relación con las variaciones de temperatura (Jiménez, 2000). Por lo general el pH más recomendado para el pleno desarrollo de especies de vida acuática es el que se encuentra entre 6,8 y 8,5 según el Ministerio del Ambiente (2008).

El oxígeno disuelto es otro parámetro importante indicativo de la calidad del agua. Se determina "*in situ*", expresándolo como mg/L en la muestra de agua. El valor máximo de OD es un parámetro muy relacionado con la temperatura del agua y disminuye con ella (Jiménez, 2000). Generalmente, un nivel mayor a 2,5 de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad según el Ministerio del Ambiente (2008).

### III. ANTECEDENTES

**Balech & Ferrando (1964)** Mencionan que los organismos del fitoplancton, en especial los dinoflagelados, se caracterizan por presentar frente a determinados parámetros del medio, como temperatura y salinidad, una gran sensibilidad por lo cual son consideradas como buenos indicadores biológicos, pues reaccionan rápido a ligeros cambios que ocurren en su medio ambiente.

**Zuta & Guillen (1970)** Indicaron que las condiciones de las aguas costeras tienen influencia de los parámetros fisicoquímicos como la temperatura y la salinidad los cuales favorecen a la productividad y el desarrollo del afloramiento costero. La influencia de las aguas de la región ecuatorial en la costa norte de Perú son las *Aguas Tropicales Superficiales* (ATS) y las *Aguas Ecuatoriales Superficiales* (AES).

**Jiménez & Bonilla (1980)** Determinaron que la presencia y abundancia del plancton frente a costas de Ecuador. Las densidades del fitoplancton estuvieron dominadas por las diatomeas y con abundancias elevadas en la costa sur del Ecuador.

**Jiménez (1983)** Describió la distribución del fitoplancton en el frente ecuatorial; indicó que los valores máximos de fitoplancton se distribuyen ampliamente enriqueciendo las aguas costeras dentro de las 10 millas y oceánicas hasta las 60 millas del Ecuador en la época de mayor desarrollo del frente ecuatorial.

**Pesantes (1983)** Determinó la distribución de los dinoflagelados por medio de un análisis cualitativo y de abundancia relativa, calculándose además su diversidad. Se consideraron especies de dinoflagelados indicadoras de los avances hacia el Sur del agua cálida ecuatorial y de baja salinidad como *Ceratium trichoceros* y *Goniodoma polyedricum* que apareció frente a las costas de Ecuador en diciembre de 1972.

**Rojas, et al (1983)** Establecieron que la composición del fitoplancton en años considerados “normales” está dada por *Ceratium furca*, *Dynophysis caudata*, *Protoperidinium obtusum*, *Prorocentrum sp.* etc., sin embargo, en épocas consideradas “anormales” se presentan otras especies como: *Ceratium breve*, *Ceratium trichoceros*; entre otros.

**Villanueva (1997)** Determinó los valores máximos del fitoplancton a nivel superficial durante 1991; su máximo valor en agosto (494 963 cel/l) y el mínimo en febrero con (11 400 cel/l); el mayor aporte lo dieron las diatomeas y el nanoplancton. También tuvo en cuenta la importancia de los organismos indicadores de masas de agua con mayor énfasis en aquellos que podrían ser considerados indicadores tempranos de un evento cálido; confirmando a *Ceratium breve* como indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y a *Goniodoma polyedricum* como indicador de Aguas Cálidas (AC) en general.

**Morón (2000)** Menciona la propiedad fisicoquímica del mar frente al Perú; agrupando a la temperatura y salinidad como propiedades conservativas y las no conservativas como pH, oxígeno disuelto, entre otros. La temperatura superficial del mar varía mucho generalmente hacia el Ecuador. Para la salinidad varía en cuanto a su latitud; presentando valores entre 35,6 – 33,2 UPS en el verano 35 – 33,8 UPS en el invierno hacia el Ecuador.

**Alcolado (2001)** Propuso un diagrama como bioindicador ambiental en el cual, atendiendo a combinaciones de los valores de H' y J', se infieren 11 estados ambientales que incluye estados desde muy severo (H'= 0-1.3; J'= 0.5-0.69) a muy favorable (H' > 2.9; J'= 0.8-1.0); aunque en el caso del plancton, los muestreos pueden mejorar el inconveniente de su continuo desplazamiento con las masas de agua.

**Torres, et al (2003)** Describe la distribución de las poblaciones planctónicas que estuvieron asociadas con áreas de afloramiento en el Golfo de Guayaquil y el este de Galápagos en Setiembre del 2001. La mayor producción del fitoplancton fue de las diatomeas, que evidenció una alta productividad biológica hacia el sur del Frente Ecuatorial. La frecuencia y presencia de dinoflagelados de condiciones cálidas han evidenciado zonas de mezclas entre masas de aguas cálidas oceánicas y frías, con mayor frecuencia hacia el sur del Frente Ecuatorial.

**Gutiérrez, et al (2005)** Analizaron la variación oceanográfica y las respuestas del plancton y bentos en las áreas costeras (<20 mn) frente a Paita (05°S) y a San José (06°45'S) durante el período 1994 a 2002. Se determinó un muy buen ajuste de los rangos de tolerancia de algunos organismos planctónicos a las características de las masas de agua dominantes en la capa superficial: Aguas Costeras Frías (ACF), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), validando la utilidad de estas especies como eficaces indicadores biológicos de masas de agua. Se determinaron los rangos de tolerancia en temperatura y salinidad de los dinoflagelados *Protoperdinium obtusum* (ACF), *Ceratium breve* (AES) y *Ceratium praelongum* (ASS). Durante 1997-98 (Evento El Niño) los dinoflagelados, *Goniodoma polyedricum* alcanzó su mayor frecuencia en San José y *Pyrocystis lunula* frente a Paita; además evidenciaron cambios en la composición específica del plancton, detectándose el ingreso de especies no residentes y aumento de la riqueza de especies.

**Montes et al (2006)** Realizaron muestreos durante el año 2005 sobre la composición del fitoplancton en la zona denominada el Vichayo - Bahía de Sechura, Región Piura, encontrándose 26 géneros con 30 especies de diatomeas y en los dinoflagelados se hallaron 4 géneros con 23 especies; siendo las especies más frecuentes *Ceratium furca* presente todo año y *Protoperdinium depressum* presente todo año excepto en abril y octubre.

**Armijos (2007)** Describe como indicadores biológicos de condiciones oceanográficas a 64 organismos seleccionados por su repetitividad en 62 publicaciones del mar ecuatoriano. Las especies indicadores biológicos corresponden a los dinoflagelados especialmente el género *Ceratium*, con la especie *Ceratium breve*, además de la especie *Gonyulax polyedra*. En el grupo de las diatomeas con distribución superficial son consideradas indicadoras de aguas frías las especies *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira subtilis* y *Pseudonitzschia delicatissima*.

**Coello, et al (2010)** Observan que la variación temporal de la densidad del plancton marino entre 2004 y 2006 fue determinada principalmente por las características oceanográficas existentes, así como también por las interrelaciones entre los componentes del plancton y su distribución estacional. La composición del fitoplancton en aguas cercanas a la costa de Esmeralda (Ecuador) está influenciada por sus características físicas de esa estación. Las especies fitoplanctónicas más abundantes y frecuentes fueron *Cylindrotheca closterium* y en menor proporción *Guinardia striata*.

**Tapia (2010)** Presentó la composición de especies en la zona de Esmeralda (Ecuador), especialmente en la distribución superficial de la biomasa celular en el Terminal Petrolero (con actividades antropogénicas) durante los meses de setiembre del 2004 y abril del 2005. En abril se registró la mayor concentración celular y la menor concentración celular en el mes de setiembre. En cuanto a la poblacional, el grupo de diatomeas registró la mayor cantidad de especies, siendo las principales en el Terminal Petrolero *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros curvisetus* y *Pseudo-nitzschia delicatissima*, las mismas que presentaron variabilidad en su distribución, registrando altas concentraciones celulares, dinoflagelados las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp* y *Oxytoxum sp*.

**Torres (2011)** Realizó un análisis retrospectivo de la información existente sobre mareas rojas en el área costera e insular del Ecuador comprendidos entre 1968 y 2009. Se identificaron 37 especies causantes de mareas rojas, las especies que registraron mayor ocurrencia de mareas rojas se encontraron en el área del Golfo de Guayaquil y al sur de Ecuador; estas fueron *Gymnodinium sp*. (13 eventos) y *Prorocentrum minimum* (6 eventos), seguidos por *Gyrodinium sp.*, (3 eventos). Las condiciones oceanográficas en la zona costera del mar ecuatoriano, han permitido escasos eventos de mareas rojas y de corta duración. Con esta información propuso nuevas estrategias en el manejo de prevención, control y vigilancia a futuro de mareas rojas y sus impactos.

**Gonzales, et al (2012)** Evaluaron los parámetros de la calidad de agua marina: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y muestras biológicas en la costa tumbesina. La zona se caracterizó por la dominancia de las diatomeas; entre las que sobresalieron el *Chaetoceros decipiens*, *Chaetoceros sociales*, *Leptocylindrus minimun* y *Leptocylindrus danicus*, está última presentó abundancias elevadas en todas las estaciones de muestreo.

**Montero (2013)** Efectuó el estudio de calidad ambiental en los tres ecosistemas acuáticos de la Región Tumbes. En el ecosistema marino, durante abril a setiembre (el segundo y tercer trimestre) predominaron Aguas Tropicales Superficiales (ATS). El máximo registro fue en Playa hermosa para el oxígeno disuelto (OD) fue 4,9 mL/L con una máxima temperatura de 27°C, el pH fue de 7,9 en Zorritos y la salinidad máxima se presentó en Punta sal con 33, 1 UPS.

**Naranjo & Tapia (2013)** Realizaron un estudio en la capa superficial de 5 playas en la localidad de Manta – Ecuador a 10 millas durante el 2011; donde encontraron altas concentraciones celulares de la producción primaria siendo el grupo de las diatomeas las que contribuyeron con esta alta concentración. Las especies más frecuentes y con altas densidades fueron: *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros curvisetus*, y *Rhizosolenia imbricata*. Se hace mención de especies indicadoras: *Chaetoceros curvisetus* y *Leptocilindrus danicus* típicas de ambientes marinos cálidos con temperaturas entre 27° a 28° C y de las especies *Chaetoceros coarctatus* y *Guinardia striata* como indicadoras de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) de aguas cálidas con temperaturas mayores 25° y con salinidad entre 33.9 y 34.2 UPS.

**Basilio (2014)** Indica que la distribución y abundancia de las diatomeas y dinoflagelados va a depender de la temperatura, salinidad y nutrientes, que juegan un papel fundamental para el normal desenvolvimiento del ambiente marino; la temperatura superficial del agua juega un rol importante enriqueciendo el fitoplancton costero. La baja variabilidad entre las especies se encuentra cerca de la zona costera (área influenciada por actividades antropogénicas) como *Guinardia striata*, *Leptocylindrus danicus* y *Pseudo-nitzschia delicatissima* y las que se encuentran costa fuera, por ejemplo, *Rhizosolenia alata* y *Rhizosolenia imbricata* son especies de mayor concentración celular.

**Vera (2014)** Con el fin de caracterizar la distribución y abundancia fitoplanctónica en la Bahía de Santa Elena (Ecuador), se registró dominancia de dinoflagelados en la época lluviosa y las diatomeas fueron más representativas en la época seca. En este periodo se evidenciaron dos máximos uno con mayor abundancia de diatomeas: *Rhizosolenia delicatula* que correspondió al rango de temperatura entre 19.8°C a 22.5°C; y de dinoflagelados: *Ceratium furca* con 27.3 °C.

**Delgado et al (2015)** Registro las mayores abundancias de diatomeas en las zonas comprendidas entre Puerto Pizarro-Chicama (hasta 120 mn, con especies como: *Guinardia striata*, *Guinardia flaccida*, *Cerataulina pelagica*, *Coscinodiscus wailesii*, *Proboscia alata*; en los dinoflagelados las especies más abundantes fueron *Ceratium massiliense*, *Ceratium tripos* y *Goniodoma polyedricum* sumado al dinoflagelado cosmopolita *Ceratium furca*. También se apreció la presencia del grupo *Pseudo-nitzschia* como las especies *Pseudo-nitzschia pacifica* y *Pseudo-nitzschia delicatissima*.

**Ordinola (2017)** Con el fin de caracterizar la composición del Fitoplancton y su relación con algunos factores ecológicos en las regiones Piura y Tumbes, registró total de 146 especies de fitoplancton durante los meses de mayo y julio del año 2015, agosto y setiembre del año 2016 con la predominancia de los géneros de diatomeas *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* y *Coscinodiscus* y en relación a los dinoflagelados los géneros más abundantes fueron *Ceratium* y *Protoperdinium*.

**Ruiz (2017).** Registró entre diciembre 2015 a Julio 2016 la composición del Fitoplancton Los Órganos-Talara y su relación con temperatura, demostrando que las diatomeas y dinoflagelados una relación directa con la temperatura, las diatomeas una relación inversa con la salinidad y directa con los dinoflagelados. También se registraron especies indicadores de masas de agua como *Ceratium breve* y *Ornithocercus steinii* indicadores de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y 9 especies de diatomeas consideradas de aguas cálidas. Y *Protoperdinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), así como 20 especies de dinoflagelados indicadores de aguas cálidas en general.

#### IV. HIPÓTESIS

Al existir una tendencia de la variación espacio – temporal trimestral de la composición y abundancia del fitoplancton marino superficial, se podría identificar la distribución en el tiempo y en el espacio de la riqueza y abundancia del fitoplancton en la plataforma Albacora del Lote Z1, de los distritos de Corrales y La Cruz provincia de Tumbes – Tumbes, Perú del año 2014.

#### V. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 5.1 Lugar de ejecución:

El área de estudio se ubica a 10 millas náuticas (mn) de la línea de costa entre los distritos de Corrales y La Cruz (Provincia de Tumbes) con una profundidad de 32 m. Se tomaron cinco estaciones (zona de influencia directa) en un radio de 2 Km de la plataforma Albacora del Lote Z-1, Provincia de Tumbes - Región Tumbes (Figura 1).

Las cinco estaciones de muestreo cubrieron un radio de 2 Km de la plataforma, estas estaciones fueron georreferenciadas con el uso del GPS Garmin y escogidas de la siguiente manera: La estación E-1 a 500 metros al noreste de la plataforma a favor de la corriente, la estación E-2 a 500 metros al noroeste de la plataforma en contra de la corriente, la estación E-3 que es la plataforma Albacora, la estación E-4 a 2 Km al suroeste de la plataforma y la estación E-5 al sureste de la plataforma. El detalle de los puntos de muestreo se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Estaciones de muestreo y sus coordenadas UTM

Estaciones de muestreo	Localización	Coordenadas UTM
Estación - 1	A 500 m al noreste de la Plataforma, a favor de la corriente	9622796 N 546543 E
Estación - 2	A 500 m al noroeste de la Plataforma, en contra de la corriente	9622342 N 545655 E
Estación - 3	Plataforma Albacora	9622568 N 546105 E
Estación - 4	2 Km, al suroeste de la Plataforma	9622578 N 544120 E
Estación - 5	2 Km, al sureste de la Plataforma	9621132 N 544719 E

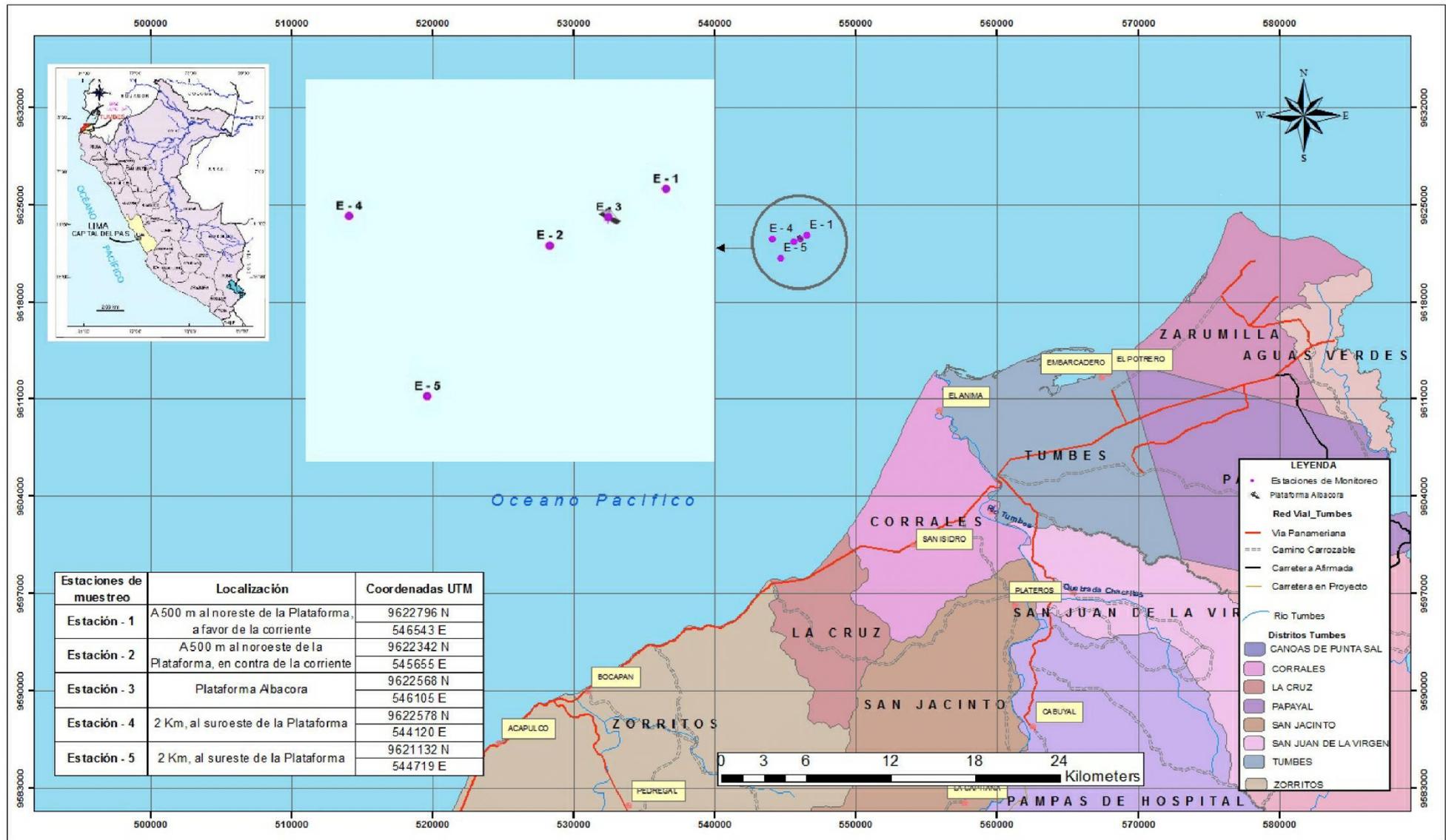


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la plataforma Albacora

## 5.2 Tipo y diseño de investigación:

- **Observacional:** Se refiere a la identificación taxonómica de las especies del fitoplancton.
- **Descriptiva:** Se explica el proceso desde la toma de muestra hasta los resultados.
- **Correlacional:** Se analiza si un aumento o disminución de las especies y/o individuos observados coincide con un aumento o disminución en los parámetros fisicoquímicos evaluados en cada trimestre.

## 5.3 Variables:

- Número de especies
- Número de individuos
- Temperatura
- Salinidad
- pH
- Oxígeno Disuelto

## 5.4 Operacionalización de las variables:

Tabla 2: Tipo de Variables y su descripción

		VARIABLE			
		NOMBRE	DESCRIPCIÓN	NATURALEZA	INDICADOR
TIPO	Riqueza	Se refiere al número de especies de Fitoplancton marino que conforman la comunidad.	cuantitativa	Número de especies	
	Abundancia	Es el número de Individuos identificados por especie de fitoplancton	cuantitativa	Número de Individuos. Cel/L,	
	Abundancia Relativa	Es el número de individuos de una especie entre el total de individuos.	cuantitativa	%	
	Temperatura	La variación de temperatura en aguas marinas tropicales se considera en promedio 20°C.	cuantitativa	°C	
	Salinidad	La concentración de sales en una muestra de agua superficial tropical en promedio corresponde a 35 UPS (IMARPE).	cuantitativa	Unidades Prácticas de Salinidad (UPS)	
	pH	De acuerdo a los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua marina, los límites fluctúan entre 6,5 mínimo a 8.5 máximo.	cuantitativa	Escala según ECA desde el 6.5 hasta el 8.5	
	Oxígeno Disuelto (OD)	La concentración de oxígeno disuelto total en el agua marina superficial es en promedio $\geq 2,5$ mg/L (ECA).	cuantitativa	Escala según ECA $\geq 2.5$ mg/L	

## 5.5 Muestreo:

### 5.5.1 Toma de muestra en Campo

Para el muestreo en campo se utilizó una embarcación de pesca artesanal de la localidad de Zorritos, con winche a bordo. Se recolectaron 100 muestras en total y la metodología propuesta para la toma de muestras fue la publicada en el *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (Rice *et al.*, 2012) con algunas modificaciones en campo\*. Adicionalmente se tomó las variables ambientales como Temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto se tomaron “*in situ*” con un multiparámetro modelo HI9828 marca Hanna (Figura 2) evaluando en cada estación de muestreo, este equipo cuenta con certificado de calibración.

En la siguiente tabla se observa la norma en que se encuentra la metodología:

Tabla 3: Metodología para la muestra del fitoplancton

Parámetros	Normas
Fitoplancton	SMEWW 10200 – C1, F2

FUENTE: RICE, E; BAIRD, R; EATON, A; CLESCERI, L (2012).



Figura 2. Medición de los parámetros físico químicos con el uso del Multiparámetro Hanna HI9828

Las muestras de fitoplancton se recolectaron en superficie (0 metros), mediante una red de 75 micras de abertura con un diámetro de 20 cm, por arrastre superficial a una velocidad de 5,556 Km por 5 minutos\* (Figura 3) en cada estación monitoreada. Las muestras colectadas del Fitoplancton fueron trasvasadas a frascos de plástico blanco de 250 ml de capacidad, respectivamente rotuladas para luego proceder con la fijación utilizando una solución de formalina neutra al 5% (formaldehído al 5% neutralizado con Tetraborato de sodio)\*; para su preservación estas fueron almacenadas en un *cooler* para su transporte hacia el laboratorio.

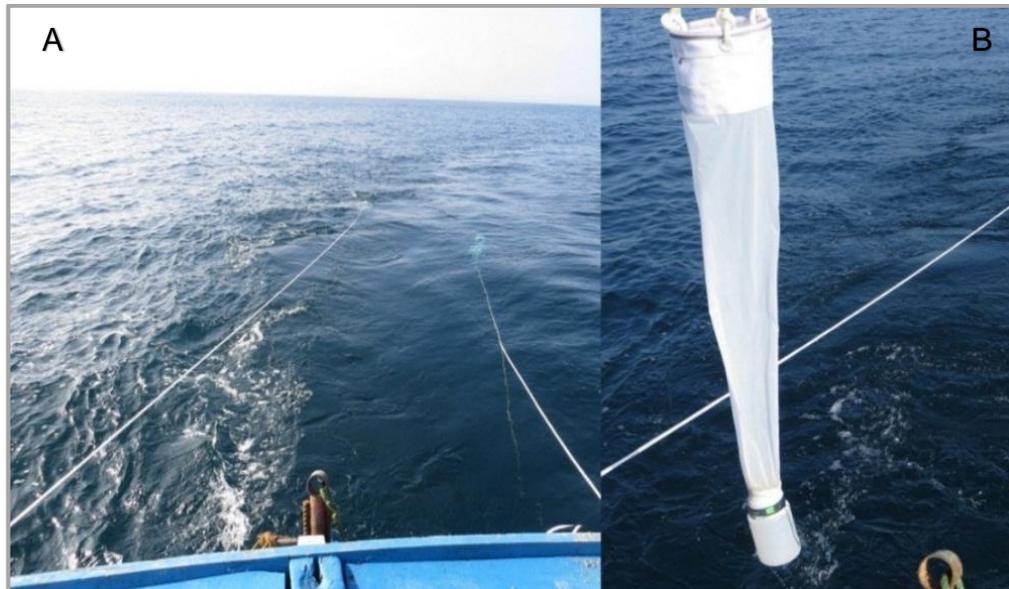


Figura 3. Colecta del plancton: El lado izquierdo (A) muestra las redes del plancton arrastradas desde la embarcación a mínima velocidad. El lado derecho (B) muestra la red de fitoplancton con el material recolectado.

## 5.6 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 5.6.1 Procedimiento en el laboratorio

Las muestras del fitoplancton se analizaron mediante la observación al microscopio empleando la técnica de recuento de Utermohl (1958), la cual es la más adecuada en este tipo de análisis, además de ser la más conocida de todas las metodologías de recuento usadas en estudios cuantitativos de fitoplancton (Olrík *et al*, 1998).

Los resultados se expresan en número de células/Litro (Abundancia). La identificación taxonómica de las especies se realizó con el uso de claves taxonómicas especializadas y actualizadas en el tema como: *The Diatoms: Biology & Morphology of the General* (Round et al, 2007), *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique: Tome II* (Rumeau y Coste, 1998), *Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil* (Jiménez y Pesantes 1983).

### 5.6.2 Análisis de Datos

Se construyó una matriz de abundancia, la riqueza de especies por meses y estaciones con el programa Excel. Se hizo uso de los promedios de manera trimestral por cada estación evaluada, estos se graficaron con el uso del programa Excel.

Para los índices de diversidad se emplearon los datos obtenidos de la riqueza y abundancia por trimestre (fitoplancton) con el uso del programa estadístico PAST (*Paleontological STatistics Software versión 3.00*) obteniéndose los gráficos para los índices de Shannon- Wiener, Simpson y Pielou.

- Cálculo de la Abundancia Relativa:

$$AR=(n/N)(100)$$

Dónde:

AR= Abundancia relativa, n = Número de organismos de cada especie colectada y N= Número total de organismos de las especies colectadas.

- Cálculo de Índices de Diversidad

- ✓ Índice de Shannon-Wiener (H')

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección; basándose en la fórmula:

$$H : -\sum pi*\ln(pi)$$

Dónde: pi = abundancia proporcional de la especie (ni/N), ni = número de individuos de la especie, N = número total de individuos.

Los valores están el rango de 0-5, siendo valores los inferiores a 2.0 considerados como zonas de baja biodiversidad y valores a 5.0 como indicativos de alta biodiversidad (Moreno ,2000). La unidad de medida se lee en bits/Vol.

- ✓ Índice de equidad de Pielou (J'):  
Mide la proporción equitativa de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno 2001); Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Basándose en la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Dónde:  $H'_{\max} = \ln(S)$ , S= Número de Especies

- ✓ Índice de Simpson (1-D):  
Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Su valor va de 0 a 1.

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Fitoplancton

Se evaluaron 100 muestras del fitoplancton marino superficial siendo representados por las diatomeas con un 97.4% y los dinoflagelados con 2.6% del total de las muestras analizadas. En el primer trimestre (enero - marzo 2014) las diatomeas registraron una riqueza de 85 especies y los dinoflagelados 25 especies reportándose 110 especies en total. La abundancia de las diatomeas contó con 580,990 cel/L y los dinoflagelados con 19, 080 cel/L registrando un total de 600,070 cel/L entre diatomeas y dinoflagelados.

#### 6.1.1 Diatomeas durante el primer trimestre (enero - marzo 2014)

Presentó 41 géneros de los cuales 18 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando los géneros *Chaetoceros* con 19 especies, *Rhizosolenia* con 7 especies y los géneros *Guinardia*, *Lectocylindrus* y *Pseudo-nitzschia* con 2 especies. Las especies más abundantes fueron *Chaetoceros curvisetus* con 217,640 cel/L, *Pseudo-nitzschia delicatissima* con 64,240 cel/L, *Chaetoceros lorenzianus* con 25,720 cel/L y *Guinardia striata* con 22,840 cel/L (Tabla 4, Figura 4). Las diatomeas presentan una relación directa entre riqueza y abundancia disminuyendo las proporciones en la estación E-3 de la Plataforma Albacora. Al evaluarse las estaciones E-4 y E-5 verificamos que la riqueza y abundancia se incrementan proporcionalmente (Figs. 5 y 6).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de diatomeas durante el primer trimestre (enero - marzo 2014) registraron los máximos valores en la estación E-1 el índice de Shannon  $H' = 2.99$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.73$  y el índice de Simpson  $1-D=0.91$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 5).

#### 6.1.2 Dinoflagelados durante el primer trimestre (enero - marzo 2014)

Presentó 14 géneros de los cuales 5 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando los géneros *Ceratium* con 7 especies, *Protoperdinium* con 4 especies y *Prorocentrum* con 3 especies. Las especies más abundantes fueron *Gyrodinium sp* con 8,520 cel/L, y *Prorocentrum micans.*, con 3,720 cel/L (Tabla 6, Figura 7). La estación E-4 registró un mayor número de especies e individuos (Figs.8 – 9).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de dinoflagelados durante el primer trimestre (enero - marzo 2014) registraron los máximos valores en la estación E-3 el índice de Shannon  $H' = 1.97$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.85$  y el índice de Simpson  $1-D=0.82$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 7).

**Tabla 4: Composición y abundancia (Cel/L) de Diatomeas registradas por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014**

DIATOMEAS		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1	<i>Actinocyclus sp.</i>	0	40	0	40	200	280
2	<i>Amphiprora sp.</i>	240	0	0	200	0	440
3	<i>Amphora sp.</i>	0	40	0	0	0	40
4	<i>Asteromphalus arachne</i>	0	0	40	0	0	40
5	<i>Asteromphalus sp.</i>	0	0	0	40	0	40
6	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	1200	0	720	0	4160	6080
7	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	0	280	0	0	0	280
8	<i>Bacteriastrum sp.</i>	0	560	0	0	0	560
9	<i>Cerataulina pelagica</i>	1160	320	160	280	280	2200
10	<i>Cerataulina bicornis</i>	120	0	240	340	640	1340
11	<i>Chaetoceros affinis</i>	440	1240	0	0	0	1680
12	<i>Chaetoceros borealis</i>	0	160	0	0	0	160
13	<i>Chaetoceros brevis</i>	1600	400	160	0	80	2240
14	<i>Chaetoceros cf. atlanticus</i>	80	160	0	320	0	560
15	<i>Chaetoceros compressus</i>	10840	2880	960	4000	1080	19760
16	<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	200	0	0	0	200
17	<i>Chaetoceros costatus</i>	1000	0	0	1240	0	2240
18	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	33080	14360	15160	41760	113280	217640
19	<i>Chaetoceros danicus</i>	80	0	0	0	0	80
20	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	0	0	0	160	160
21	<i>Chaetoceros didymus</i>	280	320	0	0	0	600
22	<i>Chaetoceros eibonii</i>	0	0	320	0	0	320
23	<i>Chaetoceros laciniosus</i>	760	160	0	0	0	920
24	<i>Chaetoceros laevis</i>	0	0	120	0	0	120
25	<i>Chaetoceros lauderi</i>	0	0	0	0	160	160
26	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	8760	2000	1320	6120	7520	25720
27	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	800	660	400	200	280	2340
28	<i>Chaetoceros radicans</i>	0	0	360	0	0	360
29	<i>Guinardia striata</i>	6720	5960	1080	1680	7400	22840
30	<i>Chaetoceros sp.</i>	1760	1920	120	480	0	4280
31	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	240	0	0	0	0	240
32	<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	80	0	40	0	120
33	<i>Coscinodiscus walesii</i>	0	40	0	0	0	40
34	<i>Cyclotella sp.</i>	520	40	0	0	0	560
35	<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	160	160	200	120	640
36	<i>Dactylosolen fragilissimus</i>	2160	520	960	1080	5840	10560
37	<i>Dactylosolen phuketensis</i>	1140	40	120	520	0	1820
38	<i>Detonula pumila</i>	2160	920	520	880	8480	12960
39	<i>Ditylum brightwellii</i>	40	160	120	0	0	320
40	<i>Eucampia cornuta</i>	0	0	0	0	480	480
41	<i>Eucampia zodiacus</i>	4160	660	210	4320	2120	11470
42	<i>Fragilariopsis doliolus</i>	320	0	280	0	0	600
43	<i>Grammalophora marina</i>	0	0	0	0	120	120
44	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	11600	23720	5840	12720	10360	64240
45	<i>Lectocylindrus danicus</i>	6000	3220	640	4840	5160	19860
46	<i>Guinardia delicatula</i>	640	40	0	720	80	1480
47	<i>Guinardia flaccida</i>	800	520	1280	960	200	3760
48	<i>Chaetoceros socialis</i>	12240	0	6320	32640	0	51200
49	<i>Haslea sp.</i>	840	1160	520	1080	1000	4600
50	<i>Helicotheca thamesis</i>	0	0	80	0	40	120
51	<i>Hemiaulus hauckii</i>	240	80	0	0	200	520
52	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	320	0	0	0	400	720
53	<i>Hemiaulus sinensis</i>	320	120	0	0	0	440
54	<i>Lauderia annulata</i>	720	80	960	920	480	3160
55	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	1160	240	160	160	80	1800
56	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	680	200	80	440	160	1560
57	<i>Leptocylindrus minimus</i>	1240	280	160	1560	920	4160
58	<i>Lioloma sp.</i>	40	0	0	0	0	40
59	<i>Lioloma pacificum</i>	0	40	0	0	0	40
60	<i>Liomophora sp.</i>	480	0	0	0	160	640
61	<i>Meuniera membranacea</i>	3400	440	120	760	880	5600
62	<i>Navicula sp.</i>	240	50	40	360	0	690
63	<i>Nitzschia longissima</i>	2440	1440	720	720	1000	6320
64	<i>Nitzschia sp.</i>	840	5680	320	2160	720	9720
65	<i>Odontella mobiliensis</i>	120	0	120	0	0	240
66	<i>Odontella sinensis</i>	0	200	0	0	120	320
67	<i>Pleurosigma sp.</i>	320	240	0	120	40	720
68	<i>Proboscia alata</i>	440	680	240	360	80	1800
69	<i>Pseudoguinardia recta</i>	0	0	0	240	80	320
70	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	120	160	200	160	80	720
71	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	0	50	0	0	0	50
72	<i>Rhizosolenia formosa</i>	0	0	0	80	0	80
73	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	280	0	0	1080	0	1360
74	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	500	0	0	40	0	540
75	<i>Rhizosolenia pungens</i>	90	160	0	40	120	410
76	<i>Rhizosolenia setigera</i>	11600	840	1760	960	1360	16520
77	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	2800	1040	80	40	80	4040
78	<i>Skeletonema costatum</i>	3400	360	1520	1200	2760	9240
79	<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	0	0	90	90
80	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	2280	160	320	120	1120	4000
81	<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	240	0	0	240
82	<i>Thalassiosira sp.</i>	160	80	0	0	1080	1320
83	<i>Thalassiosira subtilis</i>	960	80	1960	960	480	4440
84	<i>Thalassiothrix longissima</i>	0	0	0	120	0	120
85	<i>Trachyneis aspera</i>	0	140	0	0	0	140
<b>Total general</b>		<b>146970</b>	<b>75780</b>	<b>47210</b>	<b>129300</b>	<b>181730</b>	<b>580990</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia



***Chaetoceros curvisetus* (40X)**



***Pseudo-nitzschia delicatissima* (60X)**



***Chaetoceros lorenzianus* (40X)**



***Guinardia striata* (60X)**

Figura 4. Especies de Diatomeas con mayor registró en el primer trimestre enero – marzo 2014

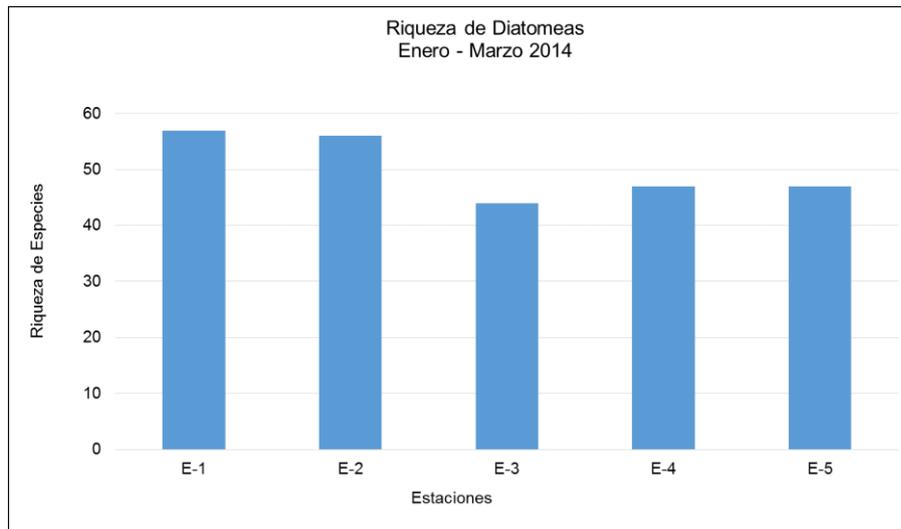


Figura 5. Riqueza de Diatomeas por estación de muestreo en el primer trimestre (enero – marzo 2014)

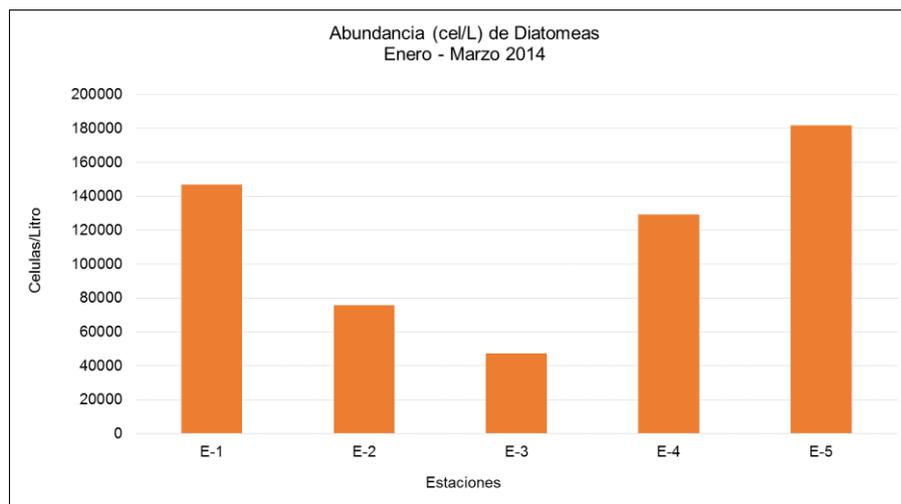


Figura 6. Abundancia (Cel/L) de Diatomeas por estación de muestreo en el primer trimestre (enero – marzo 2014)

**Tabla 5: Índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de las Diatomeas registradas por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014.**

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	57	56	44	47	47
<b>Abundancia (cel/L)</b>	146,970	75,780	47,210	129,300	181,730
<b>Índice de Shannon (H')</b>	2.99	2.61	2.64	2.32	1.73
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.911	0.856	0.855	0.815	0.598
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.739	0.649	0.696	0.601	0.448

**Tabla 6: Composición y abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados registrados por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014.**

	<b>DINOFLAGELADOS</b>	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	<b>TOTAL</b>
1	<i>Amphidinium sp.</i>	0	0	40	0	0	<b>40</b>
2	<i>Ceratium massiliense</i>	40	0	0	0	40	<b>80</b>
3	<i>Ceratium furca</i>	0	40	0	0	80	<b>120</b>
4	<i>Ceratium breve</i>	440	280	320	240	280	<b>1560</b>
5	<i>Ceratium kofoidii</i>	0	0	0	40	40	<b>80</b>
6	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
7	<i>Ceratium trichoceros</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
8	<i>Ceratium tripos</i>	0	0	160	0	0	<b>160</b>
9	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	40	0	0	<b>40</b>
10	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
11	<i>Gymnodinium sp.</i>	0	0	120	1360	160	<b>1640</b>
12	<i>Gyrodinium sp.</i>	560	1640	40	4080	2200	<b>8520</b>
13	<i>Noctiluca scintillans</i>	80	0	0	40	0	<b>120</b>
14	<i>Peridinium quinquecorne</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
15	<i>Polykrikos sp.</i>	0	0	0	0	80	<b>80</b>
16	<i>Pronoctiluca sp.</i>	40	40	40	40	80	<b>240</b>
17	<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
18	<i>Prorocentrum micans</i>	3320	120	200	80	0	<b>3720</b>
19	<i>Prorocentrum sp.</i>	360	80	0	40	0	<b>480</b>
20	<i>Protoperidinium depressum</i>	360	120	80	160	200	<b>920</b>
21	<i>Protoperidinium minutum</i>	0	40	0	0	0	<b>40</b>
22	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0	40	0	0	0	<b>40</b>
23	<i>Protoperidinium sp.</i>	40	0	0	40	0	<b>80</b>
24	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	80	0	0	0	<b>80</b>
25	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	80	320	280	120	40	<b>840</b>
	<b>Total general</b>	<b>5400</b>	<b>2800</b>	<b>1320</b>	<b>6360</b>	<b>3200</b>	<b>19080</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

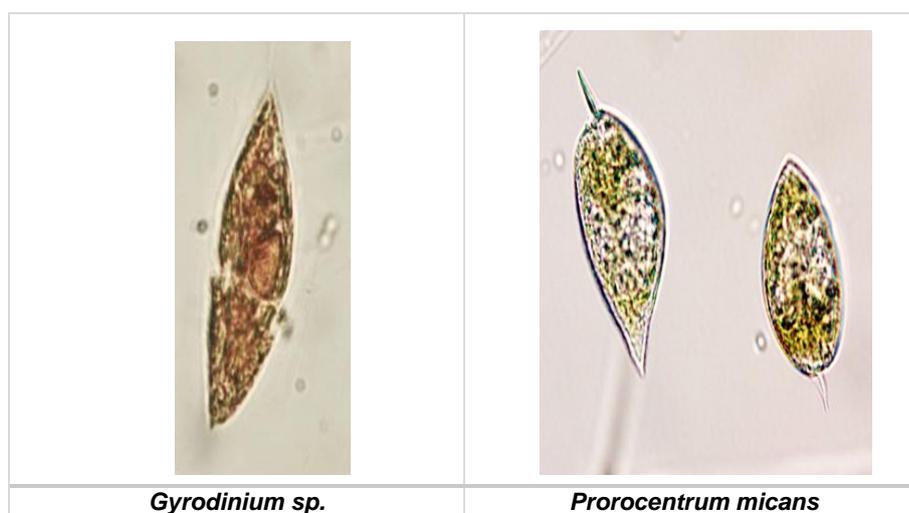


Figura 7. Especies de Dinoflagelados con mayor registró en el primer trimestre enero – marzo 2014

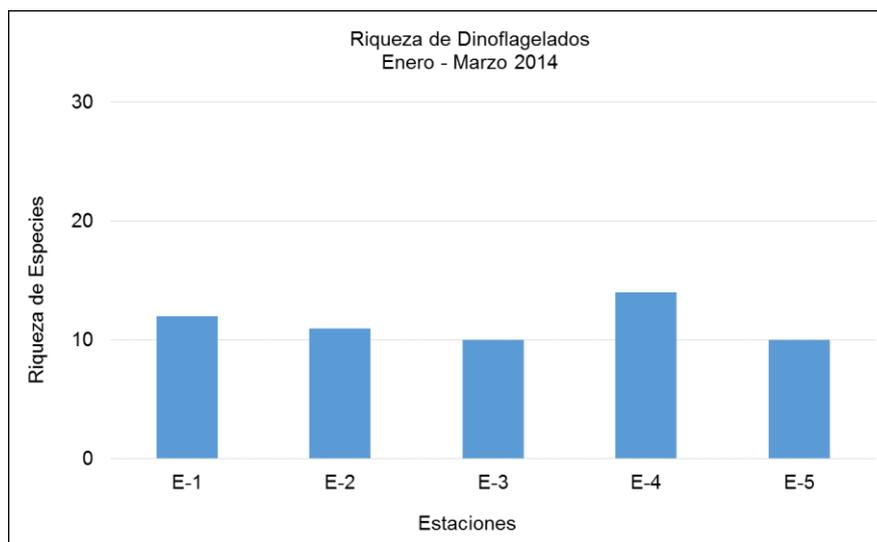


Figura 8. Riqueza de Dinoflagelados por estación de muestreo en el primer trimestre (enero – marzo 2014)

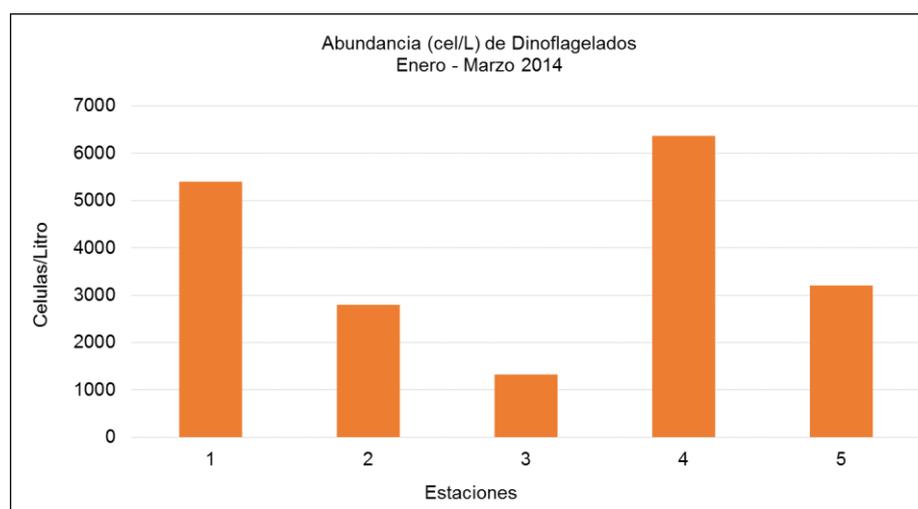


Figura 9. Abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados por estación de muestreo en el primer trimestre (enero – marzo 2014)

Tabla 7: Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de Dinoflagelados registrados por estación en el primer trimestre enero – marzo 2014.

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	12	11	10	14	10
<b>Abundancia (cel/L)</b>	5400	2800	1320	6360	3200
<b>Índice de Shannon (H')</b>	1.24	1.51	1.97	1.22	1.29
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.517	0.627	0.827	0.539	0.522
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.496	0.628	0.855	0.460	0.536

En el segundo trimestre (abril - junio 2014) las diatomeas registraron una riqueza de 101 especies y los dinoflagelados 50 especies registrando un total de 151 especies. La abundancia entre diatomeas y dinoflagelados registró un total de 2 844,530 cel/L.

### **6.1.3 Diatomeas registradas en el segundo trimestre (abril - junio 2014)**

Presentó 40 géneros de los cuales 29 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando los géneros *Chaetoceros* con 26 especies, *Rhizosolenia* con 8 especies, *Guinardia* y *Thalassiosira* con 4 especies, *Leptocylindrus* con 3 especies y *Pseudo-nitzschia* con 2 especies. Las especies más abundantes fueron *Chaetoceros lorenzianus* con 351,010 cel/L, *Guinardia striata* con 298,200 cel/L, *Pseudo-nitzschia delicatissima* con 269,020 cel/L, *Leptocylindrus danicus* con 251,130 cel/L y *Rhizosolenia styliformis* con 228,800 cel/L (Tabla 8, Figura 10). Las diatomeas se presentan con tendencia promedio de especies en todas las estaciones, a diferencia de la abundancia (cel/L) que presenta valores altos en las estaciones E-4 y E-5, de similar relación con el trimestre anterior (Fig. 11 – 12).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de diatomeas durante el segundo trimestre (abril - junio 2014) registraron los máximos valores en las estaciones E-1 el índice de Shannon  $H' = 2.79$  bits/célula, índice de Pielou  $J' = 0.63$  y el índice de Simpson 1-D  $= 0.90$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos y la estación E-3 el índice de Shannon  $H' = 2.93$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.67$  y el índice de Simpson 1-D  $= 0.91$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 9).

### **6.1.4 Dinoflagelados registrados en el segundo trimestre (abril - junio 2014)**

Registró 19 géneros de los cuales 6 de ellos se presentaron en las 5 estaciones. Los géneros *Protoperdinium* con 16 especies, *Ceratium* y *Prorocentrum* con 7 especies y *Scrippsiella* con 2 especies. Las especies más abundantes fueron *Scrippsiella trochoidea* con 20,400 cel/L, *Ceratium furca* con 8,320 cel/L y *Prorocentrum micans* con 4,080 cel/L (Tabla 10, Figura 13). La estación E-4 presenta el mayor número de especies e individuos (Fig. 14-15).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de dinoflagelados durante el segundo trimestre (abril - junio 2014) registro los máximos valores en la estación E-3 el índice de Shannon  $H' = 2.04$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.61$  y el índice de Simpson 1-D  $= 0.90$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 11).

**Tabla 8: Composición y abundancia (Cel/L) de Diatomeas registradas por estación en el segundo trimestre abril – junio 2014**

DIATOMEAS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
1 <i>Actinocyclus senarius</i>	160	1720	80	0	560	2520
2 <i>Actinocyclus</i> sp.	640	1380	680	1880	3600	8180
3 <i>Amphiroa</i> sp.	40	0	200	120	120	480
4 <i>Amphora</i> sp.	280	520	0	1680	520	3000
5 <i>Asterionellopsis glacialis</i>	160	0	40	0	440	640
6 <i>Bacteriastrium delicatulum</i>	6800	4680	860	2080	3000	17420
7 <i>Bacteriastrium hyalinum</i>	11690	9680	560	4720	610	27260
8 <i>Bacteriastrium</i> sp.	1440	1400	0	1400	1240	5480
9 <i>Cerataulina bicornis</i>	80	280	120	80	160	720
10 <i>Cerataulina pelagica</i>	1680	1560	880	1400	480	6000
11 <i>Chaetoceros affinis</i>	240	460	4840	5360	4880	15780
12 <i>Chaetoceros anastomosans</i>	1040	160	440	480	1960	4080
13 <i>Chaetoceros borealis</i>	1160	1240	120	1440	200	4160
14 <i>Chaetoceros brevis</i>	8000	2000	120	5880	4050	20050
15 <i>Chaetoceros coarctatus</i>	5680	3040	4590	42100	69010	124420
16 <i>Chaetoceros compressus</i>	17360	16730	13440	41920	48560	138010
17 <i>Chaetoceros constrictus</i>	1760	520	560	640	480	3960
18 <i>Chaetoceros costatus</i>	14030	41920	21880	18740	19640	116210
19 <i>Chaetoceros curvisetus</i>	1080	2920	1200	1840	1040	8080
20 <i>Chaetoceros danicus</i>	180	520	120	440	0	1260
21 <i>Chaetoceros debilis</i>	0	80	0	240	80	400
22 <i>Chaetoceros decipiens</i>	280	1940	1240	280	1200	4640
23 <i>Chaetoceros diadymus</i>	8080	9180	320	1200	1880	20660
24 <i>Chaetoceros elbertii</i>	0	1240	520	0	360	2120
25 <i>Chaetoceros laciniosus</i>	7040	9040	0	1880	600	18560
26 <i>Chaetoceros laevis</i>	160	0	120	440	560	1280
27 <i>Chaetoceros lauderi</i>	480	360	0	1880	1220	3940
28 <i>Chaetoceros lorentzianus</i>	96420	56480	14550	97840	81720	351010
29 <i>Chaetoceros penuvianus</i>	24000	17750	1080	10440	12760	66030
30 <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	540	250	4460	3920	4160	13330
31 <i>Chaetoceros radicans</i>	1800	760	440	500	880	4380
32 <i>Chaetoceros rostratus</i>	720	160	0	480	0	1360
33 <i>Chaetoceros socialis</i>	6880	9470	4200	63640	68310	152800
34 <i>Chaetoceros</i> sp.	3080	1480	0	16040	1160	21760
35 <i>Chaetoceros subtilis</i>	120	1400	0	1200	2000	4720
36 <i>Chaetoceros tortissimus</i>	700	80	0	800	780	2360
37 <i>Cochrothron hystrix</i>	40	240	0	280	0	560
38 <i>Coscinodiscus granii</i>	40	560	0	80	40	720
39 <i>Coscinodiscus perforatus</i>	400	110	0	80	40	630
40 <i>Coscinodiscus</i> sp.	360	40	160	420	0	980
41 <i>Coscinodiscus walleii</i>	80	280	0	400	1060	1820
42 <i>Cyclotella</i> sp.	880	1160	1200	800	1500	5640
43 <i>Cylindrocapsa closterium</i>	0	840	0	560	600	2000
44 <i>Dactylosolen fragilissimus</i>	3540	6720	840	1520	2200	14820
45 <i>Dactylosolen phuketensis</i>	1500	880	0	1600	1200	5180
46 <i>Detonula pumila</i>	5800	1800	3240	1920	1160	13920
47 <i>Ditylum brightwellii</i>	120	0	0	1520	1440	3080
48 <i>Eucampia comuta</i>	40	200	80	0	200	520
49 <i>Eucampia zoodiacus</i>	1440	120	1800	280	320	3960
50 <i>Guinardia cylindrus</i>	880	1040	680	200	240	3040
51 <i>Guinardia delicatula</i>	240	520	880	1080	1040	3760
52 <i>Guinardia flaccida</i>	2960	1880	1400	7240	1480	14960
53 <i>Guinardia striata</i>	76570	58660	11160	62800	89010	236200
54 <i>Guinosigma</i> sp.	40	0	120	40	720	920
55 <i>Haslea</i> sp.	360	600	0	240	800	2000
56 <i>Halicotheca thamesis</i>	160	80	0	200	960	1400
57 <i>Hemiaulus hauckii</i>	0	240	80	80	80	480
58 <i>Hemiaulus membranaceus</i>	2880	1080	0	1480	1840	7280
59 <i>Hemiaulus sinensis</i>	80	0	0	160	100	340
60 <i>Lauderia annulata</i>	2540	2200	0	5470	2480	12690
61 <i>Leptocylindrus minimus</i>	4560	1000	0	1160	2080	8800
62 <i>Leptocylindrus danicus</i>	50530	38840	17390	65140	95230	267130
63 <i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	240	480	120	800	1440	3080
64 <i>Lobelia pacificum</i>	1400	960	0	600	520	3480
65 <i>Liomphora flabellata</i>	120	0	440	200	120	880
66 <i>Liomphora</i> sp.	400	0	0	520	740	1660
67 <i>Lithodesmium undulatum</i>	80	1200	480	1480	1440	4680
68 <i>Meuniera membranacea</i>	1960	1600	0	1920	880	6360
69 <i>Navicula</i> sp.	1920	1680	0	1760	160	5520
70 <i>Neocalyptrella robusta</i>	880	440	0	160	880	2360
71 <i>Nitzschia longissima</i>	3720	520	560	5040	3840	13680
72 <i>Nitzschia</i> sp.	9600	4360	0	2760	3090	19810
73 <i>Odontella aurita</i>	0	0	200	280	200	680
74 <i>Odontella longicirrus</i>	0	0	280	120	160	560
75 <i>Odontella mobilensis</i>	520	480	0	120	120	1240
76 <i>Odontella sinensis</i>	1400	1240	520	180	1440	4780
77 <i>Pleurosigma</i> sp.	240	320	0	1240	1200	3000
78 <i>Proboscia alata</i>	1960	1440	120	1440	1560	6520
79 <i>Pseudoguinardia recta</i>	1920	320	0	680	440	3360
80 <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	72200	39840	3870	69000	84110	269020
81 <i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	23190	18450	2680	17480	13640	75440
82 <i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1360	1280	0	1010	3360	7010
83 <i>Rhizosolenia acuminata</i>	960	40	0	80	80	1160
84 <i>Rhizosolenia bergonii</i>	200	0	80	80	200	560
85 <i>Rhizosolenia formosa</i>	40	0	80	80	4000	4200
86 <i>Rhizosolenia typhina</i>	120	120	0	400	80	720
87 <i>Rhizosolenia imbricata</i>	2120	1080	600	1640	1720	7160
88 <i>Rhizosolenia pungens</i>	0	0	120	160	80	360
89 <i>Rhizosolenia setigera</i>	20240	12400	14840	25880	26400	99760
90 <i>Rhizosolenia</i> sp.	40	1020	0	800	0	1860
91 <i>Rhizosolenia styliformis</i>	33580	71360	3080	48430	72350	228800
92 <i>Skeletonema costatum</i>	8350	9280	2960	9040	7920	37550
93 <i>Stephanopyxis turris</i>	360	1280	0	840	1640	4120
94 <i>Thalassionema bacillare</i>	1800	1000	0	560	1880	5240
95 <i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	1720	800	600	2640	5760
96 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	12800	10200	4800	2120	3840	33760
97 <i>Thalassiosira angulata</i>	120	100	0	110	1420	1750
98 <i>Thalassiosira rotula</i>	1320	1520	240	1440	1240	5760
99 <i>Thalassiosira</i> sp.	7120	6080	0	2800	3120	19120
100 <i>Thalassiosira subtilis</i>	2400	2160	1480	14280	4120	24440
101 <i>Thalassothrix longissima</i>	1200	1040	160	3560	1000	6960
<b>Total general</b>	<b>597680</b>	<b>515640</b>	<b>155200</b>	<b>707420</b>	<b>797210</b>	<b>2773150</b>

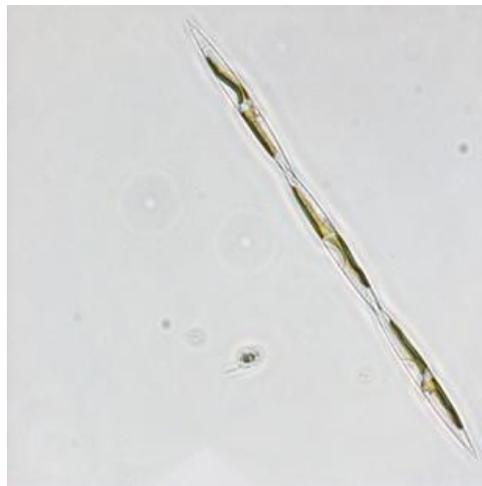
Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.



***Chaetoceros lorenzianus* (40X)**



***Guinardia striata* (60X)**



***Pseudo-nitzschia delicatissima*(60X)**



***Leptocylindrus danicus* (60X)**

Figura 10. Especies de Diatomeas con mayor registró en el segundo trimestre (abril-junio 2014)

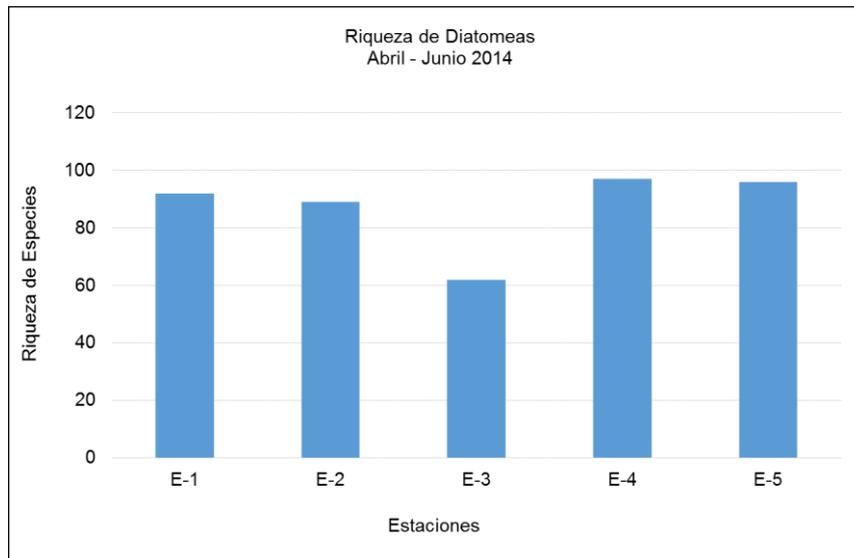


Figura 11. Riqueza de Diatomeas por estación de muestreo en el segundo trimestre (abril – junio 2014)

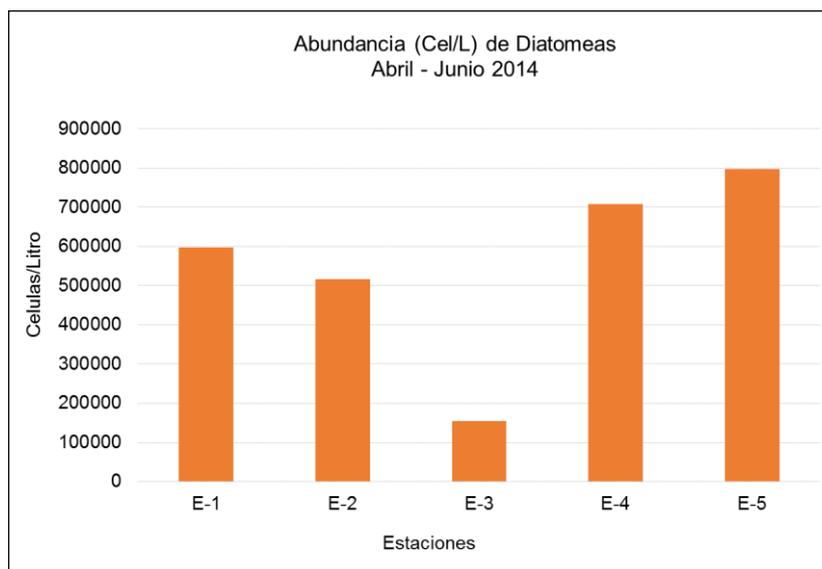


Figura 12. Abundancia (Cel/L) de Diatomeas por estación de muestreo en el segundo trimestre (abril – junio 2014)

Tabla 9: Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de Diatomeas registradas por estación en el segundo trimestre abril - junio 2014

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	92	89	62	97	96
<b>Abundancia (cel/L)</b>	597,680	515,640	155,200	707,420	797,210
<b>Índice de Shannon (H')</b>	2.786	1.557	2.93	1.74	2.375
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.902	0.523	0.910	0.713	0.851
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.637	0.357	0.673	0.404	0.539

**Tabla 10: Composición y abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados registrados por estación en el segundo trimestre abril – junio 2014**

	<b>DINOFLAGELADOS</b>	<b>E-1</b>	<b>E-2</b>	<b>E-3</b>	<b>E-4</b>	<b>E-5</b>	<b>TOTAL</b>
1	<i>Alexandrium sp.</i>	280	120	0	0	200	<b>600</b>
2	<i>Amphidinium sp.</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
3	<i>Ceratium breve</i>	0	40	1120	1240	520	<b>2920</b>
4	<i>Ceratium falcatum</i>	40	40	680	0	80	<b>840</b>
5	<i>Ceratium furca</i>	440	2440	1200	1480	2760	<b>8320</b>
6	<i>Ceratium fusus var fusus</i>	0	0	0	80	0	<b>80</b>
7	<i>Ceratium fusus var. furca</i>	0	0	40	160	0	<b>200</b>
8	<i>Ceratium kofoidii</i>	0	1600	80	0	0	<b>1680</b>
9	<i>Ceratium trichoceros</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
10	<i>Corythodinium sp.</i>	40	480	0	0	0	<b>520</b>
11	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	280	480	40	<b>800</b>
12	<i>Dinophysis rotundala</i>	0	0	0	40	40	<b>80</b>
13	<i>Diplopetta asymetrica</i>	40	0	0	40	0	<b>80</b>
14	<i>Diplopetopsis minor</i>	80	0	0	120	80	<b>280</b>
15	<i>Diplopsalis sp.</i>	0	880	40	40	0	<b>960</b>
16	<i>Gonyaulax sp.</i>	160	360	160	40	520	<b>1240</b>
17	<i>Gymnodinium sp.</i>	840	0	0	480	400	<b>1720</b>
18	<i>Gyrodinium sp.</i>	160	40	800	4440	400	<b>5840</b>
19	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	0	0	40	200	40	<b>280</b>
20	<i>Nocticula sp</i>	640	40	0	0	0	<b>680</b>
21	<i>Noctiluca scintillans</i>	680	280	80	0	160	<b>1200</b>
22	<i>Oxytoxum sp.</i>	40	40	40	0	120	<b>240</b>
23	<i>Pronoctiluca sp.</i>	1200	300	720	0	120	<b>2340</b>
24	<i>Prorocentrum dentatum</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
25	<i>Prorocentrum gracile</i>	80	0	0	0	0	<b>80</b>
26	<i>Prorocentrum gradie</i>	240	0	0	0	0	<b>240</b>
27	<i>Prorocentrum micans</i>	2680	720	80	360	240	<b>4080</b>
28	<i>Prorocentrum minimum</i>	0	0	40	40	40	<b>120</b>
29	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	0	0	0	0	40	<b>40</b>
30	<i>Prorocentrum sp.</i>	80	0	0	80	80	<b>240</b>
31	<i>Protoperidinium bispinum</i>	40	0	0	40	80	<b>160</b>
32	<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	40	0	0	<b>40</b>
33	<i>Protoperidinium crassipes</i>	40	40	420	120	120	<b>740</b>
34	<i>Protoperidinium depressum</i>	0	40	0	40	0	<b>80</b>
35	<i>Protoperidinium divergens</i>	120	40	0	0	0	<b>160</b>
36	<i>Protoperidinium latispinum</i>	0	0	0	120	0	<b>120</b>
37	<i>Protoperidinium minutissimum</i>	0	0	80	0	0	<b>80</b>
38	<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	80	0	40	<b>120</b>
39	<i>Protoperidinium ovum</i>	80	40	760	80	0	<b>960</b>
40	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	80	80	280	440	120	<b>1000</b>
41	<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	40	80	0	<b>120</b>
42	<i>Protoperidinium quarnerense</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
43	<i>Protoperidinium sp.</i>	560	360	460	0	280	<b>1660</b>
44	<i>Protoperidinium steinii</i>	40	80	40	40	0	<b>200</b>
45	<i>Protoperidinium tuba</i>	40	120	0	120	400	<b>680</b>
46	<i>Protoperidinium vulgare</i>	0	40	0	0	0	<b>40</b>
47	<i>Pyrophacus horologium</i>	80	40	80	0	80	<b>280</b>
48	<i>Pyrophacus steinii</i>	0	0	40	40	0	<b>80</b>
49	<i>Scrippsiella spinifera</i>	6480	2000	40	0	80	<b>8600</b>
50	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	440	40	120	18920	880	<b>20400</b>
	<b>Total general</b>	<b>15800</b>	<b>10300</b>	<b>7880</b>	<b>29440</b>	<b>7960</b>	<b>71380</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

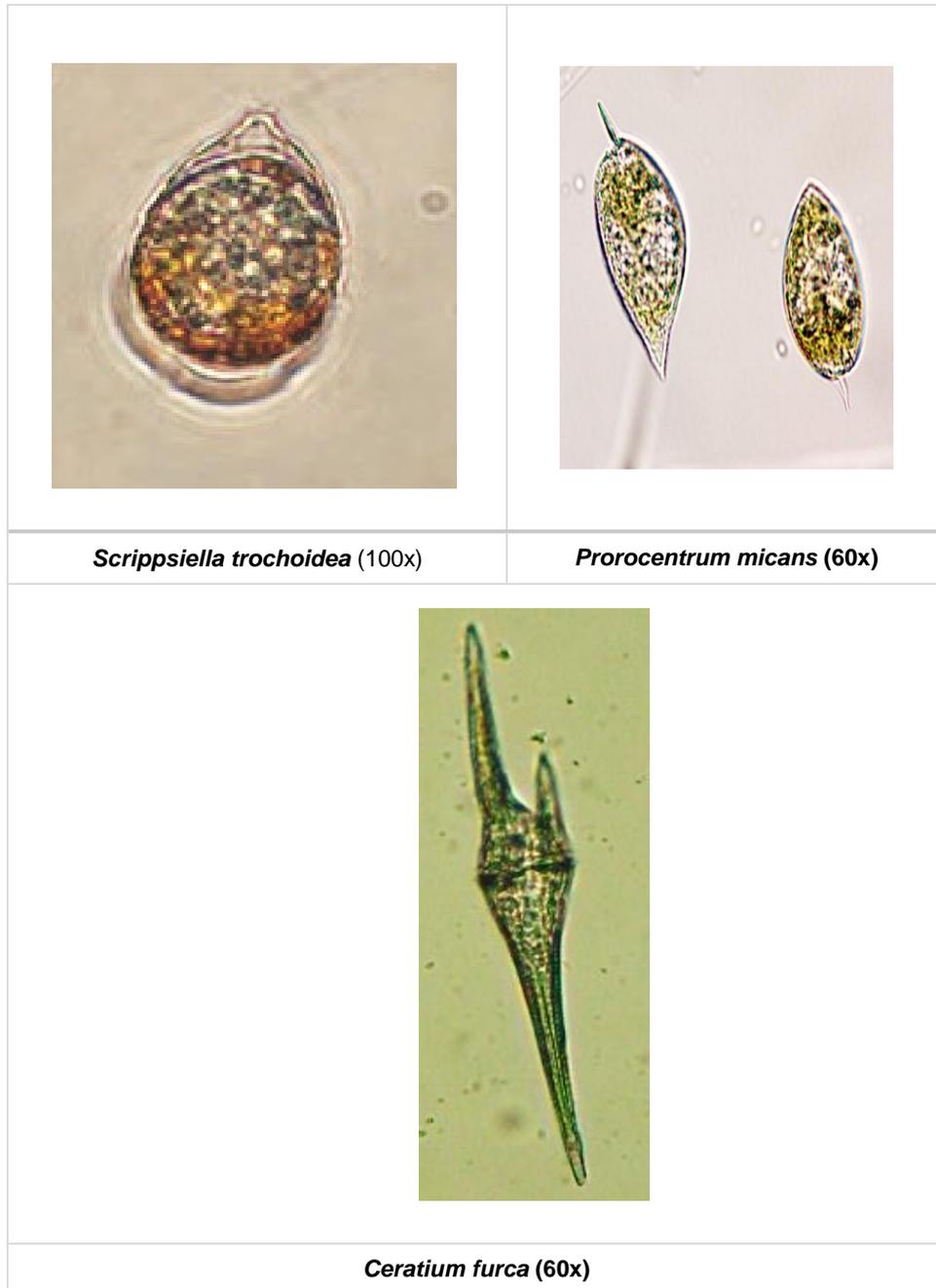


Figura 13. Especies de Dinoflagelados con mayor registró en el segundo trimestre (abril-junio 2014)

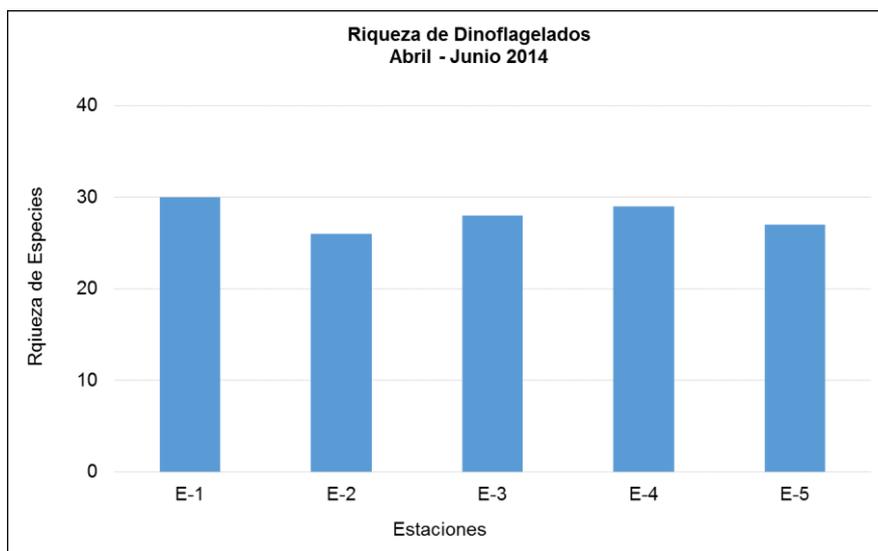


Figura 14. Riqueza de Dinoflagelados por estación de muestreo en el segundo trimestre (abril – junio 2014)

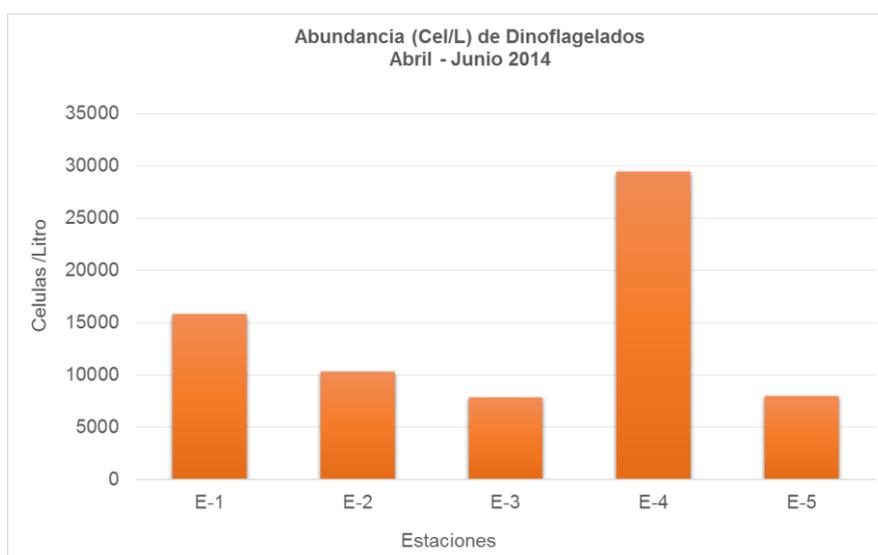


Figura 15. Abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados por estación de muestreo en el segundo trimestre (abril – junio 2014)

**Tabla 11: Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de Dinoflagelados registrados por estación en el segundo trimestre abril- junio 2014**

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	30	26	28	29	27
<b>Abundancia (cel/L)</b>	15800	10300	7880	29440	7960
<b>Índice de Shannon (H')</b>	1.782	1.874	2.040	1.400	1.944
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.696	0.715	0.727	0.639	0.711
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.519	0.568	0.607	0.412	0.583

En el tercer trimestre (julio - setiembre 2014) las diatomeas registraron una riqueza de 69 especies y los dinoflagelados 38 especies registrando un total de 107 especies. Para la abundancia las diatomeas contaron con 205,750 cel/L y los dinoflagelados con 77, 400 cel/L, registrando un total de 283, 150 cel/L entre diatomeas y dinoflagelados.

#### **6.1.5 Diatomeas en el tercer trimestre (julio - setiembre 2014)**

Registró 36 géneros de los cuales 9 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando en este trimestre los géneros *Chaetoceros* con 13 especies, *Rhizosolenia* con 6 especies, los géneros *Guinardia* y *Leptocylindrus* con 3 especies y los géneros *Nitzschia*, *Pseudo-nitzschia*, y *Thalassionema* con 2 especies. Las especies más abundantes fueron *Chaetoceros socialis* con 37,440 cel/L, *Guinardia striata* con 31,560 cel/L, *Pseudo-nitzschia delicatissima* con 29,900 cel/L, y *Leptocylindrus danicus* con 21,880 cel/L (Tabla 12, Figura 16). Las diatomeas presentaron una relación directa entre riqueza y abundancia en la mayoría de las estaciones; a excepción de la estación E-3, la Plataforma Albacora, que registró un menor número de especies e individuos (Fig. 17 – 18).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) durante el tercer trimestre (julio - setiembre 2014) las diatomeas registraron los máximos valores en las estaciones E-1 (el índice de Shannon  $H' = 2.84$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.78$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.91$ ) y E-2 (el índice de Shannon  $H' = 2.84$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.75$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.90$ ) según la (Tabla 13).

#### **6.1.6 Dinoflagelados en el tercer trimestre (julio - setiembre 2014)**

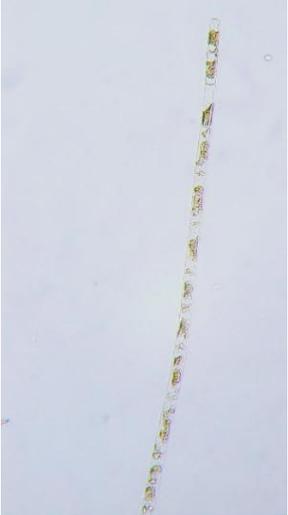
Registró 20 géneros de los cuales 9 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando los géneros *Protoperdinium* con 8 especies, *Ceratium* con 6 especies y *Prorocentrum* con 5 especies. Las especies más abundantes fueron *Gyrodinium sp* con 13,000 cel/L, *Prorocentrum micans* con 12,960 cel/L, *Ceratium furca* con 11,490 cel/L y *Gymnodinium sp.*, con 11,020 cel/L (Tabla 14, Figura 19). Los dinoflagelados registraron los máximos valores para la riqueza en las estaciones E-4 y E-5; mientras la abundancia presentó una relación promedio entre sus valores (Fig.20 - 21).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) durante el tercer trimestre (julio - setiembre 2014) los dinoflagelados registraron los máximos valores en las estaciones E-4 (el índice de Shannon  $H' = 2.04$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.62$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.77$ ) y la estación E-5 (el índice de Shannon  $H' = 1.97$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.59$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.80$ ) según la (Tabla 15).

**Tabla 12: Composición y abundancia (Cel/L) de Diatomeas registradas por estación en el tercer trimestre julio – setiembre 2014**

	DIATOMEAS	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	Total
1	<i>Amphiprora sp.</i>	0	0	0	40	240	280
2	<i>Amphora sp.</i>	0	0	0	400	240	640
3	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	40	0	40	0	0	80
4	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	280	0	0	280	0	560
5	<i>Bacteriastrium sp.</i>	960	320	0	200	80	1560
6	<i>Cerataulina bicornis</i>	0	400	0	200	280	880
7	<i>Cerataulina pelagica</i>	0	240	0	140	260	640
8	<i>Chaetoceros anastomosans</i>	80	40	0	0	0	120
9	<i>Chaetoceros brevis</i>	40	240	40	160	160	640
10	<i>Chaetoceros compressus</i>	0	1080	780	2720	2840	7420
11	<i>Chaetoceros costatus</i>	800	720	0	740	120	2380
12	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1020	0	0	1800	2000	4820
13	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	330	0	560	120	1010
14	<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	160	0	0	160
15	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	160	0	0	0	0	160
16	<i>Chaetoceros lauderi</i>	0	200	0	0	0	200
17	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	4800	3600	240	4080	4060	16780
18	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	0	80	0	440	0	520
19	<i>Chaetoceros socialis</i>	6960	10440	1440	9720	8880	37440
20	<i>Chaetoceros sp.</i>	80	200	0	0	440	720
21	<i>Corethron hystrix</i>	0	0	40	0	0	40
22	<i>Coscinodiscus sp.</i>	0	0	0	120	40	160
23	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	0	40	0	160	200
24	<i>Cyclotella sp.</i>	40	0	0	120	0	160
25	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0	0	0	760	520	1280
26	<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	0	240	0	0	680	920
27	<i>Detonula pumila</i>	0	360	0	0	640	1000
28	<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	240	0	160	400
29	<i>Eucampia comuta</i>	0	0	100	80	0	180
30	<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	160	0	160
31	<i>Guinardia flaccida</i>	960	0	100	1040	120	2220
32	<i>Guinardia striata</i>	4480	4000	1280	10840	10960	31560
33	<i>Haslea sp.</i>	200	560	0	0	160	920
34	<i>Helicotheca thamesis</i>	0	0	0	40	40	80
35	<i>Hemiaulus hauckii</i>	0	0	0	0	40	40
36	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	0	80	40	0	0	120
37	<i>Lauderia annulata</i>	0	120	40	0	20	180
38	<i>Leptocylindrus danicus</i>	7320	7280	1060	2220	4000	21880
39	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	0	120	600	160	0	880
40	<i>Leptocylindrus minimus</i>	280	0	80	80	480	920
41	<i>Lioloma pacificum</i>	1080	1140	640	1080	1000	4940
42	<i>Lioloma sp.</i>	0	120	0	0	0	120
43	<i>Lithodesmium undulatum</i>	40	0	0	80	0	120
44	<i>Meuniera membranacea</i>	0	0	0	80	110	190
45	<i>Neocalyptrella robusta</i>	490	0	80	120	400	1090
46	<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	40	120	160
47	<i>Nitzschia sp.</i>	320	0	0	0	720	1040
48	<i>Pleurosigma sp.</i>	240	0	0	40	620	900
49	<i>Proboscia alata</i>	0	120	160	40	0	320
50	<i>Pseudoguinardia recta</i>	120	480	80	360	360	1400
51	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	2680	6000	1120	10080	10020	29900
52	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	480	200	240	760	0	1680
53	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	160	0	0	120	520	800
54	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	160	40	0	80	120	400
55	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	40	40	40	0	40	160
56	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	120	160	0	160	160	600
57	<i>Rhizosolenia pungens</i>	0	80	160	80	0	320
58	<i>Rhizosolenia setigera</i>	80	0	20	0	80	180
59	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	4880	4240	80	2000	2080	13280
60	<i>Skeletonema costatum</i>	680	0	0	0	560	1240
61	<i>Stephanopyxis turris</i>	0	150	0	0	80	230
62	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	240	880	640	130	0	1890
63	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	40	0	20	0	80	140
64	<i>Thalassiosira rotula</i>	880	0	0	120	680	1680
65	<i>Thalassiosira sp.</i>	0	520	0	520	0	1040
66	<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	120	80	160	480	840
67	<i>Thalassiothrix longissima</i>	120	0	0	0	280	400
68	<i>Trachyneis sp.</i>	0	0	20	80	40	140
69	<i>Trachyneis sp.</i>	120	0	0	0	120	240
	<b>Total general</b>	<b>41470</b>	<b>44940</b>	<b>9700</b>	<b>53230</b>	<b>56410</b>	<b>205750</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

	
<p><b><i>Chaetoceros socialis</i> (40X)</b></p>	<p><b><i>Guinardia striata</i>(60X)</b></p>
	
<p><b><i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (60X)</b></p>	<p><b><i>Leptocylindrus danicus</i> (60X)</b></p>

**Figura 16. Especies de Diatomeas con mayor registró en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)**

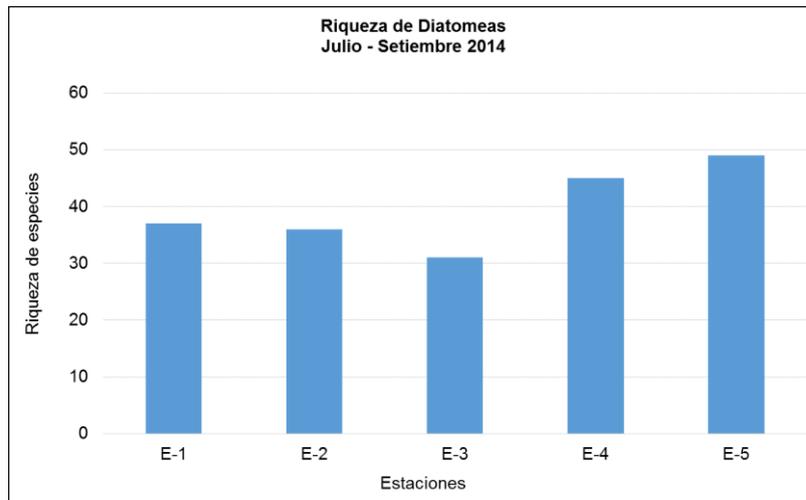


Figura 17. Riqueza de Diatomeas por estación de muestreo en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)

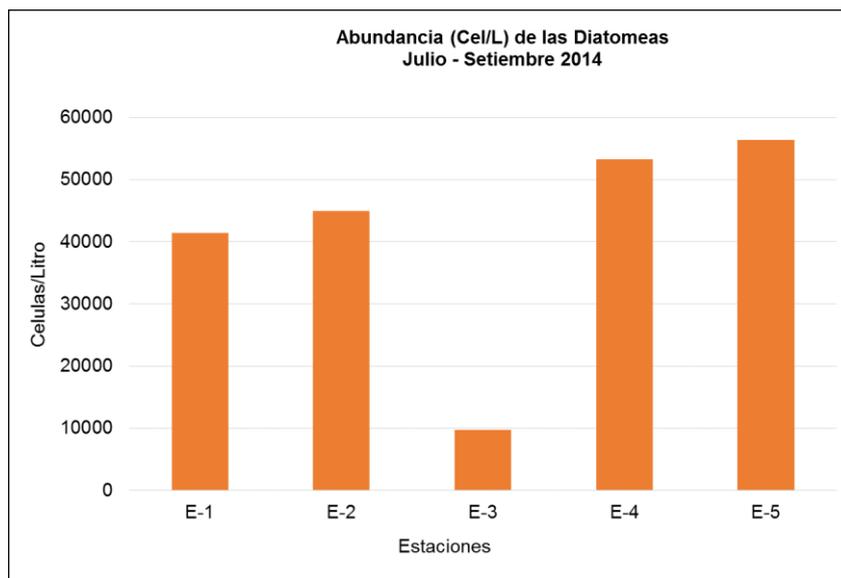


Figura 18. Abundancia (Cel/L) de Diatomeas por estación de muestreo en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)

Tabla 13. Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) para Diatomeas registradas por estación en el tercer trimestre julio – Setiembre 2014

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	37	36	31	45	49
<b>Abundancia (cel/L)</b>	41,470	44,940	9,700	53,230	56,410
<b>Índice de Shannon (H')</b>	2.84	2.84	2.62	2.20	2.58
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.91	0.90	0.86	0.77	0.85
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.781	0.754	0.726	0.589	0.673

**Tabla 14. Composición y abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados registrados por estación en el tercer trimestre Julio – setiembre 2014**

	<b>DINOFLAGELADOS</b>	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	<b>TOTAL</b>
1	<i>Alexandrium sp.</i>	40	0	2000	80	0	<b>2120</b>
2	<i>Amphidinium sp.</i>	240	0	40	0	0	<b>280</b>
3	<i>Ceratium breve</i>	1040	1720	90	1060	4880	<b>8790</b>
4	<i>Ceratium dens</i>	0	0	0	0	80	<b>80</b>
5	<i>Ceratium furca</i>	140	40	300	7440	3570	<b>11490</b>
6	<i>Ceratium kofoidii</i>	80	0	40	200	200	<b>520</b>
7	<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	0	40	40	<b>80</b>
8	<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	0	320	120	<b>440</b>
9	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	0	0	40	40	40	<b>120</b>
10	<i>Diplopelta cf. globulus</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
11	<i>Diplopetopsis minor</i>	0	0	0	80	0	<b>80</b>
12	<i>Goniodoma polyedricum</i>	800	780	30	200	80	<b>1890</b>
13	<i>Gonyaulax polyedra</i>	1240	1600	160	120	220	<b>3340</b>
14	<i>Gymnodinium sp.</i>	520	400	100	5080	4920	<b>11020</b>
15	<i>Gyrodinium sp.</i>	2160	1640	600	3240	5360	<b>13000</b>
16	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	120	240	40	160	160	<b>720</b>
17	<i>Noctiluca scintillans</i>	80	0	0	280	50	<b>410</b>
18	<i>Ornithocercus orbiculatus</i>	0	0	40	40	40	<b>120</b>
19	<i>Oxytoxum sp.</i>	1440	1040	920	440	480	<b>4320</b>
20	<i>Peridinium quinquecorne</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
21	<i>Phalacroma rotundatum</i>	100	280	80	40	40	<b>540</b>
22	<i>Podopalma bipes</i>	0	200	120	400	40	<b>760</b>
23	<i>Pronoctiluca sp.</i>	0	40	200	160	600	<b>1000</b>
24	<i>Prorocentrum gracile</i>	40	0	0	0	0	<b>40</b>
25	<i>Prorocentrum micans</i>	7360	40	4880	400	280	<b>12960</b>
26	<i>Prorocentrum minimum</i>	40	40	0	0	40	<b>120</b>
27	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	0	0	0	40	40	<b>80</b>
28	<i>Prorocentrum sp.</i>	0	200	0	120	40	<b>360</b>
29	<i>Protoberidinium cf. bipes</i>	0	40	0	0	0	<b>40</b>
30	<i>Protoberidinium cf. tuba</i>	40	0	40	120	120	<b>320</b>
31	<i>Protoberidinium crassipes</i>	0	0	40	0	40	<b>80</b>
32	<i>Protoberidinium excentricum</i>	0	0	0	0	40	<b>40</b>
33	<i>Protoberidinium latispinum</i>	0	0	0	0	40	<b>40</b>
34	<i>Protoberidinium leonis</i>	0	40	0	40	0	<b>80</b>
35	<i>Protoberidinium mendiolae</i>	0	0	0	40	0	<b>40</b>
36	<i>Protoberidinium sp.</i>	160	40	80	160	200	<b>640</b>
37	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	0	0	0	40	<b>40</b>
38	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	160	100	140	600	320	<b>1320</b>
	<b>Total general</b>	<b>15840</b>	<b>8480</b>	<b>9980</b>	<b>20980</b>	<b>22120</b>	<b>77400</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

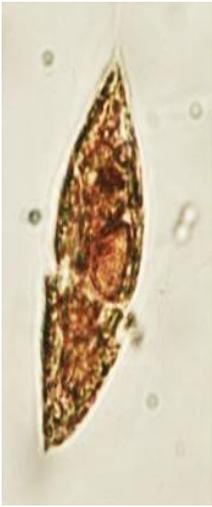
	
<p><b><i>Gyrodinium</i> sp. (60x)</b></p>	<p><b><i>Prorocentrum micans</i> (60x)</b></p>
	
<p><b><i>Ceratium furca</i> (60x)</b></p>	<p><b><i>Gymnodinium</i> sp. (60x)</b></p>

Figura 19. Especies de Dinoflagelados con mayor registró en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)

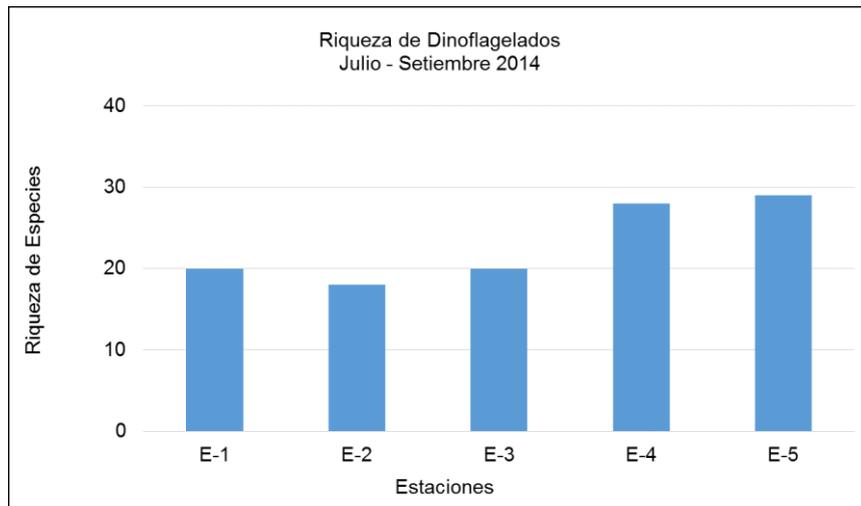


Figura 20. Riqueza de Dinoflagelados por estación de muestreo en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)

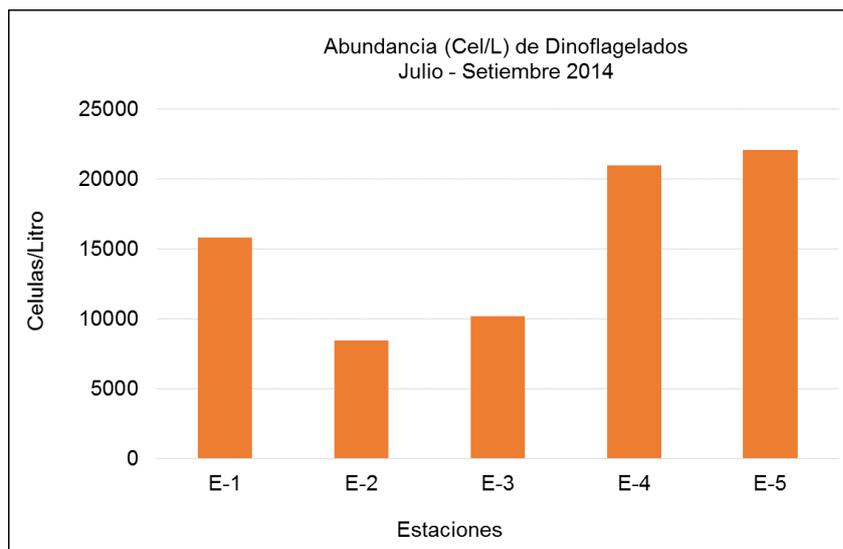


Figura 21. Abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados por estación de muestreo en el tercer trimestre (julio – setiembre 2014)

**Tabla 15. Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de Dinoflagelados registrados por estación en el tercer trimestre julio – setiembre 2014**

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	20	18	20	28	29
<b>Abundancia (cel/L)</b>	15,840	8,480	10,220	20,980	22,120
<b>Índice de Shannon (H')</b>	1.68	1.54	1.71	2.04	1.97
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.709	0.625	0.759	0.774	0.800
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.572	0.534	0.630	0.625	0.591

En el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014) las diatomeas registraron una riqueza de 90 especies y los dinoflagelados 44 especies registrando un total de 134 especies. Para la abundancia las diatomeas contaron con 884,480 cel/L y los dinoflagelados con 58,020 cel/L registrando un total de 942,430 cel/L entre diatomeas y dinoflagelados.

#### **6.1.7 Diatomeas en el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014)**

Registraron 41 géneros de los cuales 19 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando en este trimestre los géneros *Chaetoceros* con 23 especies, *Rhizosolenia* con 6 especies, *Bacteriastrium* con 5 especies, *Guinardia* y *Leptocylindrus* con 4 especies, *Hemiaulus* con 3 especies y *Pseudo-nitzschia*, con 2 especies. Las especies más abundantes fueron *Chaetoceros lorenzianus* con 107,260 cel/L, *Guinardia striata* con 102,640 cel/L, *Pseudo-nitzschia delicatissima* con 101,080 cel/L y *Leptocylindrus danicus* con 89,470 cel/L (Tabla 16, Figura 22). Las diatomeas presentaron relación directa entre la riqueza y abundancia incrementándose en la estación E-3 en la cual se ubica la plataforma Albacora, probablemente por la procedencia de especies exóticas provenientes de embarcaciones extranjeras que llegan de Asia y Norte América durante el trimestre mencionado (Fig. 23 - 24).

Los índices de diversidad alfa durante el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014) las diatomeas presentaron los máximos valores en la estación E-5 el índice de Shannon  $H' = 3.35$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0,80$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.93$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 17).

#### **6.1.8 Dinoflagelados en el cuarto trimestre (octubre - diciembre 2014)**

Registraron 22 géneros de los cuales 10 de ellos se presentaron en las 5 estaciones, dominando los géneros *Protoperidinium* con 10 especies, *Ceratium* y *Prorocentrum* con 4 especies y *Oxytoxum* con 3 especies. Las especies más abundantes fueron *Gonyaulax spinifera* con 9,700 cel/L y *Prorocentrum micans* con 5,680 cel/L (Tabla 18). Se observa que la riqueza se mantiene en promedio en todas las estaciones, mientras la abundancia registró una disminución en la estación E-4. (Fig. 25-26).

Los índices de Diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) registró los máximos valores en la estación E-4 el índice de Shannon  $H' = 2.61$  bits/célula, el índice de Pielou  $J' = 0.80$  y el índice de Simpson  $1-D = 0.87$  de diversidad biológica entre número de especies e individuos (Tabla 19).

Tabla 16: Composición y abundancia (Cel/L) de Diatomeas registradas por estación en el cuarto trimestre octubre – Diciembre 2014

DIATOMEAS		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	Total
1	<i>Actinocyclus sp.</i>	80	0	120	0	40	240
2	<i>Actinoptychus sp.</i>	0	160	80	0	0	240
3	<i>Amphiprora sp.</i>	200	560	520	40	240	1560
4	<i>Amphora sp.</i>	0	160	0	0	80	240
5	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	400	0	240	640
6	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	560	0	0	680	0	1240
7	<i>Bacteriastrium elongatum</i>	1920	0	0	0	0	1920
8	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	0	4360	1200	3240	1280	10080
9	<i>Bacteriastrium mediterraneum</i>	3600	4240	3480	3240	800	15360
10	<i>Bacteriastrium sp.</i>	0	640	240	440	280	1600
11	<i>Cerataulina bicornis</i>	840	640	80	360	600	2520
12	<i>Cerataulina pelagica</i>	7200	9400	760	2080	7200	26640
13	<i>Chaetoceros affinis</i>	840	520	1680	0	0	3040
14	<i>Chaetoceros anastomosans</i>	0	0	320	280	0	600
15	<i>Chaetoceros borealis</i>	0	80	400	0	0	480
16	<i>Chaetoceros brevis</i>	20520	9280	2440	9280	9160	50680
17	<i>Chaetoceros compressus</i>	15000	10680	10100	10560	10200	56540
18	<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	1640	760	640	640	3680
19	<i>Chaetoceros costatus</i>	320	2040	3240	7840	2560	16000
20	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	400	5960	800	2560	2120	11840
21	<i>Chaetoceros debilis</i>	440	920	0	0	640	2000
22	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	840	880	1760	1000	4480
23	<i>Chaetoceros didymus</i>	0	440	800	120	0	1360
24	<i>Chaetoceros eilbenii</i>	0	120	120	0	0	240
25	<i>Chaetoceros laciniosus</i>	0	0	400	200	160	760
26	<i>Chaetoceros lauderi</i>	200	0	80	440	0	720
27	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	6680	45880	29280	14800	10620	107260
28	<i>Chaetoceros messanensis</i>	1640	0	0	600	0	2240
29	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	160	680	440	800	120	2200
30	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	200	720	1800	320	280	3320
31	<i>Chaetoceros rostratus</i>	0	200	0	120	80	400
32	<i>Chaetoceros socialis</i>	0	0	1760	240	480	2480
33	<i>Chaetoceros sp.</i>	960	440	240	1800	80	3520
34	<i>Chaetoceros subtilis</i>	120	840	280	400	0	1640
35	<i>Chaetoceros tortissimus</i>	0	0	1720	720	0	2440
36	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	840	80	320	0	840	2080
37	<i>Corethron hystrix</i>	80	120	40	80	120	440
38	<i>Coscinodiscus perforatus</i>	160	0	0	0	200	360
39	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	40	0	0	0	0	40
40	<i>Coscinodiscus sp.</i>	0	520	120	0	0	640
41	<i>Cyclotella sp.</i>	280	520	600	240	40	1680
42	<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	80	160	80	320
43	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0	560	960	760	1230	3510
44	<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	280	1240	1680	240	1040	4480
45	<i>Detonula pumila</i>	1680	3200	2400	1000	0	8280
46	<i>Ditylum brightwellii</i>	0	360	1160	1200	40	2760
47	<i>Eucampia cornuta</i>	4960	2880	4880	5120	520	18360
48	<i>Eucampia zodiacus</i>	200	2840	1000	200	80	4320
49	<i>Guinardia cylindrus</i>	200	0	0	40	240	480
50	<i>Guinardia delicatula</i>	1760	120	40	720	1200	3840
51	<i>Guinardia flaccida</i>	800	2320	2400	800	1360	7680
52	<i>Guinardia striata</i>	27440	31040	19200	20200	4760	102640
53	<i>Haslea balearica</i>	240	400	80	0	480	1200
54	<i>Haslea sp.</i>	1640	520	80	2480	1160	5880
55	<i>Helicotheca tamesis</i>	0	0	80	240	480	800
56	<i>Hemiaulus hauckii</i>	720	280	320	880	400	2600
57	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	320	720	160	1160	240	2600
58	<i>Hemiaulus sinensis</i>	0	1440	2040	320	0	3800
59	<i>Lauderia annulata</i>	920	920	1640	360	0	3840
60	<i>Leptocylindrus danicus</i>	5240	54140	15200	5770	9120	89470
61	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	560	0	0	80	0	640
62	<i>Leptocylindrus minimus</i>	3280	4200	4600	5480	1440	19000
63	<i>Leptocylindrus sp.</i>	0	0	0	0	560	560
64	<i>Licmophora sp.</i>	40	1440	280	560	240	2560
65	<i>Lioloma pacificum</i>	0	320	240	0	0	560
66	<i>Meuniera membranacea</i>	200	1200	1760	1040	520	4720
67	<i>Navicula sp.</i>	0	200	80	80	40	400
68	<i>Neocahyptrella robusta</i>	0	0	0	40	0	40
69	<i>Nitzschia longissima</i>	1480	2080	1040	3160	760	8520
70	<i>Nitzschia sp.</i>	240	3200	1560	1280	440	6720
71	<i>Odontella mobilensis</i>	160	160	0	600	40	960
72	<i>Pleurosigma sp.</i>	0	360	40	280	0	680
73	<i>Proboscia alata</i>	360	880	960	280	640	3120
74	<i>Pseudoguinardia recta</i>	120	520	440	120	0	1200
75	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	25520	3080	22800	46400	3480	101080
76	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	320	1040	1400	4380	2000	9140
77	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	0	440	280	40	200	960
78	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	40	440	0	40	240	760
79	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	200	600	240	40	240	1320
80	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	1040	840	440	360	2680
81	<i>Rhizosolenia pungens</i>	0	240	120	40	80	480
82	<i>Rhizosolenia setigera</i>	5160	8160	2760	3320	6400	25800
83	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	19400	13520	1520	10560	8240	53240
84	<i>Skeletonema costatum</i>	7480	2280	800	1800	2200	14560
85	<i>Stephanopyxis turris</i>	40	960	1280	400	160	2840
86	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	840	1080	680	320	2920
87	<i>Thalassionema sp.</i>	480	0	0	0	280	760
88	<i>Thalassiosira sp.</i>	0	1600	400	360	160	2520
89	<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	1280	1360	600	0	3240
90	<i>Thalassiothrix longissima</i>	40	80	0	80	0	200
<b>Total general</b>		<b>129040</b>	<b>270469</b>	<b>196160</b>	<b>153870</b>	<b>66570</b>	<b>884480</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.



Figura 22. Especies de Diatomeas con mayor registró en el cuarto trimestre (octubre – diciembre 2014)

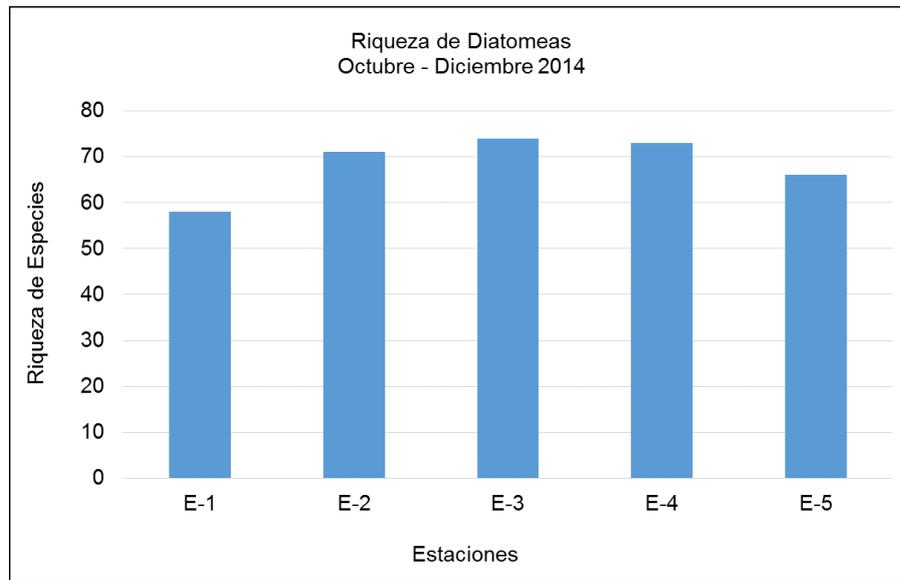


Figura 23. Riqueza de Diatomeas por estación de muestreo en el cuarto trimestre (octubre – diciembre 2014)

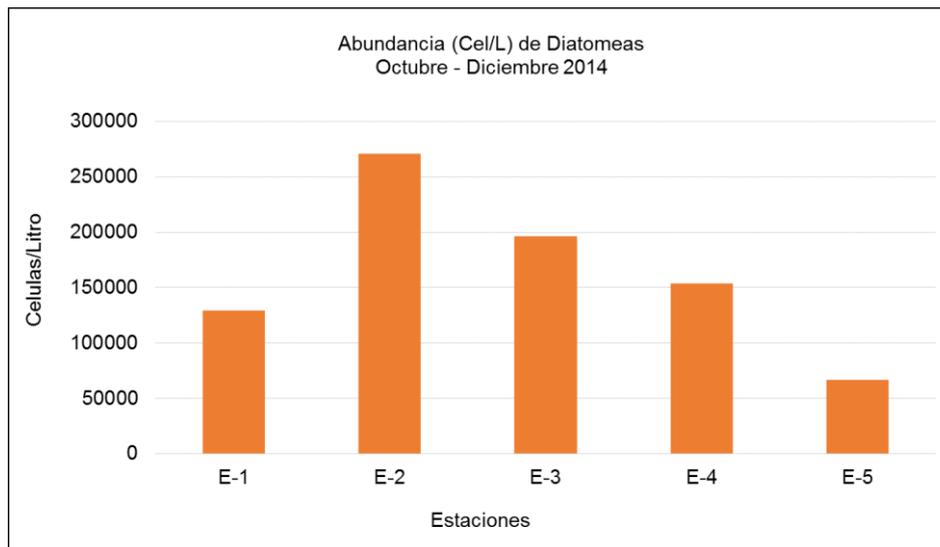


Figura 24. Abundancia (Cel/L) de Diatomeas por estación de muestreo en el cuarto trimestre (octubre – diciembre 2014)

**Tabla 17: Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) para Diatomeas registradas por estación en el cuarto trimestre octubre - diciembre 2014**

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	58	71	74	73	66
<b>Abundancia (cel/L)</b>	129,040	270,469	196,160	153,870	66,570
<b>Índice de Shannon (H')</b>	2.63	3.05	3.24	3.27	3.35
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.878	0.913	0.934	0.930	0.937
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.680	0.716	0.748	0.762	0.800

**Tabla 18: Composición y abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados registrados por estación en el cuarto trimestre octubre – Diciembre 2014**

	<b>DINOFLAGELADOS</b>	<b>E-1</b>	<b>E-2</b>	<b>E-3</b>	<b>E-4</b>	<b>E-5</b>	<b>Total</b>
1	<i>Alexandrium sp.</i>	160	160	1720	140	280	<b>2460</b>
2	<i>Alexandrium tamiyavanichii</i>	440	680	0	600	360	<b>2080</b>
3	<i>Amphidinium sp.</i>	0	0	0	80	0	<b>80</b>
4	<i>Blepharocysta sp.</i>	0	0	40	0	0	<b>40</b>
5	<i>Ceratium breve</i>	40	120	0	560	1600	<b>2320</b>
6	<i>Ceratium furca</i>	4520	1600	40	1240	2220	<b>9620</b>
7	<i>Ceratium kofoidii</i>	40	160	0	40	120	<b>360</b>
8	<i>Ceratium massiliense</i>	0	40	0	80	160	<b>280</b>
9	<i>Corythodinium sp.</i>	0	40	0	80	80	<b>200</b>
10	<i>Dinophysis exigua</i>	0	40	0	420	80	<b>540</b>
11	<i>Diplopelta asymmetrica</i>	80	0	40	0	0	<b>120</b>
12	<i>Diplopetopsis minor</i>	0	0	40	40	80	<b>160</b>
13	<i>Dynophysis caudata</i>	160	160	80	0	40	<b>440</b>
14	<i>Goniodoma polyedricum</i>	40	0	940	280	520	<b>1780</b>
15	<i>Gonyaulax polyedra</i>	1600	1800	0	360	800	<b>4560</b>
16	<i>Gonyaulax sp.</i>	200	480	0	760	320	<b>1760</b>
17	<i>Gymnodinium sp.</i>	800	600	880	2400	1480	<b>6160</b>
18	<i>Gyrodinium falcatum</i>	40	40	40	80	40	<b>240</b>
19	<i>Gyrodinium sp.</i>	2120	2000	120	1320	1680	<b>7240</b>
20	<i>Kofoidinium sp.</i>	0	0	0	40	40	<b>80</b>
21	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	40	40	0	40	<b>120</b>
22	<i>Ornithocercus orbiculatus</i>	80	80	0	560	200	<b>920</b>
23	<i>Oxytoxum scolopax</i>	0	40	0	80	40	<b>160</b>
24	<i>Oxytoxum sp.</i>	80	120	0	160	320	<b>680</b>
25	<i>Podolampas bipes</i>	80	160	0	280	0	<b>520</b>
26	<i>Podolampas palmipes</i>	0	40	0	0	0	<b>40</b>
27	<i>Pronoctiluca sp.</i>	0	0	40	40	120	<b>200</b>
28	<i>Prorocentrum compressum</i>	80	0	0	0	560	<b>640</b>
29	<i>Prorocentrum micans</i>	2800	1720	160	2040	1280	<b>8000</b>
30	<i>Prorocentrum sp.</i>	0	40	0	160	80	<b>280</b>
31	<i>Prorocentrum triestinum</i>	40	0	0	580	0	<b>620</b>
32	<i>Protooperidinium bipes</i>	40	40	0	0	0	<b>80</b>
33	<i>Protooperidinium cassum</i>	40	0	0	40	40	<b>120</b>
34	<i>Protooperidinium cf. bispinum</i>	0	80	0	40	0	<b>120</b>
35	<i>Protooperidinium crassipes</i>	0	0	80	0	40	<b>120</b>
36	<i>Protooperidinium granii</i>	40	40	0	800	0	<b>880</b>
37	<i>Protooperidinium minutum</i>	40	0	0	0	40	<b>80</b>
38	<i>Protooperidinium ovum</i>	160	0	0	160	400	<b>720</b>
39	<i>Protooperidinium pellucidum</i>	120	0	80	200	0	<b>400</b>
40	<i>Protooperidinium quarnerense</i>	80	80	0	0	40	<b>200</b>
41	<i>Protooperidinium sp.</i>	80	80	0	800	40	<b>1000</b>
42	<i>Pyrophacus horologium</i>	0	0	0	80	0	<b>80</b>
43	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	120	480	0	200	400	<b>1200</b>
44	<i>Torodinium sp.</i>	40	0	40	120	120	<b>320</b>
	<b>Total general</b>	<b>8560</b>	<b>11600</b>	<b>10100</b>	<b>5600</b>	<b>10660</b>	<b>58020</b>

Se resaltan las especies con los valores mas altos de abundancia.

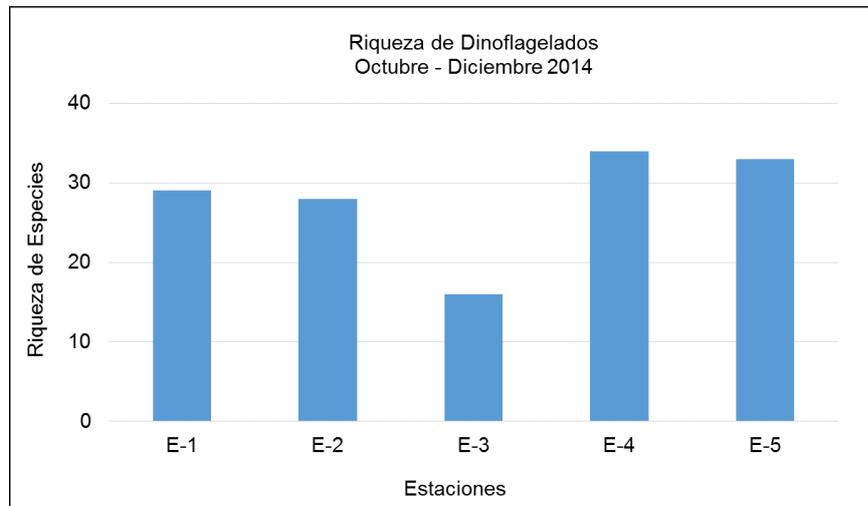


Figura 25. Riqueza de Dinoflagelados por estación de muestreo en el cuarto trimestre (octubre – diciembre 2014)

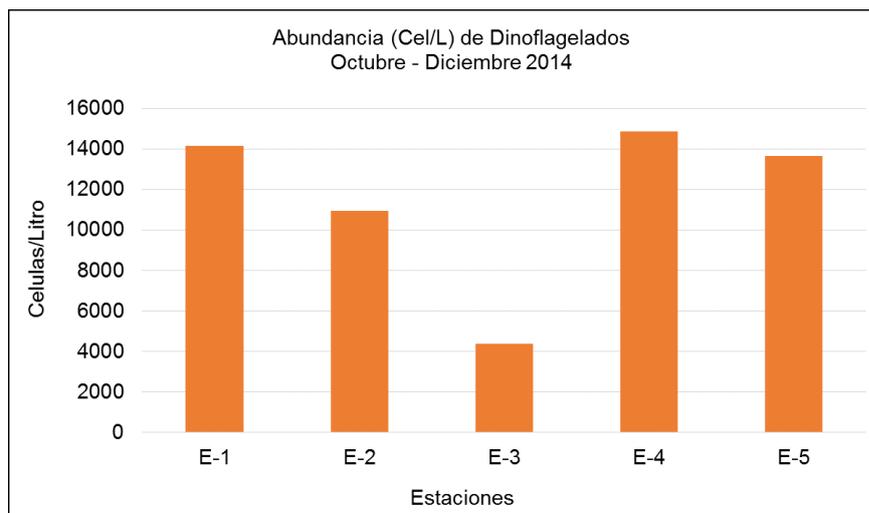


Figura 26. Abundancia (Cel/L) de Dinoflagelados por estación de muestreo en el cuarto trimestre (octubre – diciembre 2014)

**Tabla 19: Índices de Diversidad Alfa (Shannon, Simpson y Pielou) de Dinoflagelados registrados por estación en el cuarto trimestre octubre - Diciembre 2014**

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
<b>Riqueza</b>	29	28	16	34	33
<b>Abundancia (cel/L)</b>	14,160	10,960	4,380	14,860	13,660
<b>Índice de Shannon (H')</b>	2.23	2.03	2.37	2.61	2.23
<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	0.827	0.784	0.874	0.877	0.834
<b>Ind. Equidad de Pielou (J')</b>	0.684	0.629	0.779	0.801	0.711

Durante el transcurso del año 2014 se pudo determinar la abundancia relativa (%) de las especies del fitoplancton: *Pseudo-nitzschia delicatissima* 29,49%, *Leptocylindrus danicus* 19,56%, *Chaetoceros compressus* 5,47%, *Chaetoceros curvisetus* 5,31% y *Chaetoceros costatus* 5,01% para diatomeas; mientras los dinoflagelados representaron el 2% del total (Figura 27), siendo la especie *Gyrodinium sp.* con 0,54% la más representativa; cabe resaltar que esta especie pertenece a las especies potencialmente tóxicas, registrándose en algunas estaciones con elevado número de células.

La riqueza del fitoplancton en el transcurso del año 2014 registró un total de 201 especies entre diatomeas y dinoflagelados, predominando las diatomeas con 119 especies sobre 82 especies de dinoflagelados. Su máximo valor se presentó en el mes de noviembre (125 especies) y valor más bajo en el mes de agosto (33 especies). Para la abundancia del fitoplancton durante el año 2014 registró un total de 3'832,290 cel/L; siendo 3'617,910 cel/L para las diatomeas y 214,380 cel/L para los dinoflagelados, registrando su máximo valor en el mes de mayo (2 017,427 cel/L) y su valor más bajo en el mes de diciembre con 38,060 cel/L (Fig. 28 - 29).

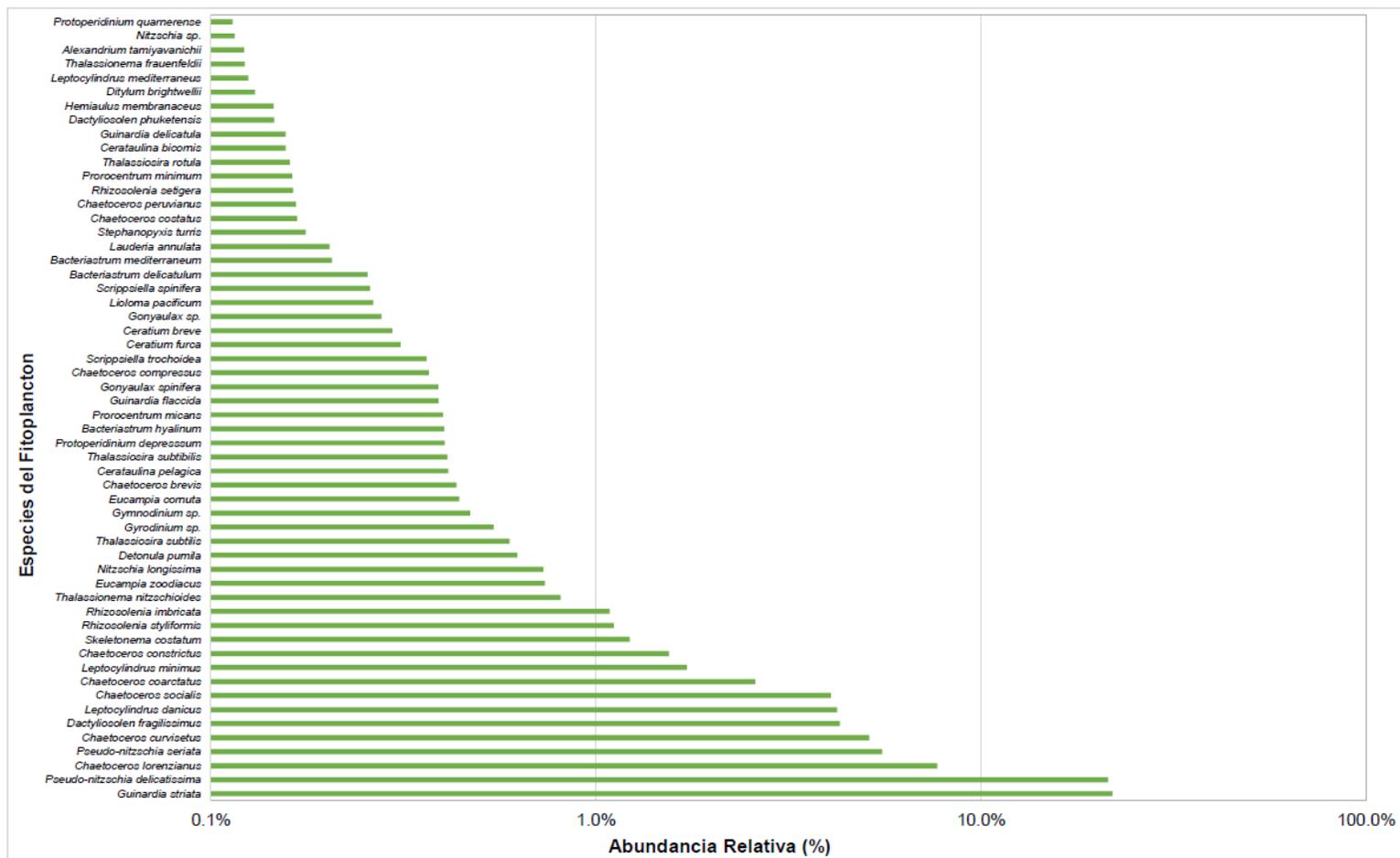


Figura 27. Abundancia Relativa (%) del Fitoplancton registrado en los meses enero - diciembre 2014

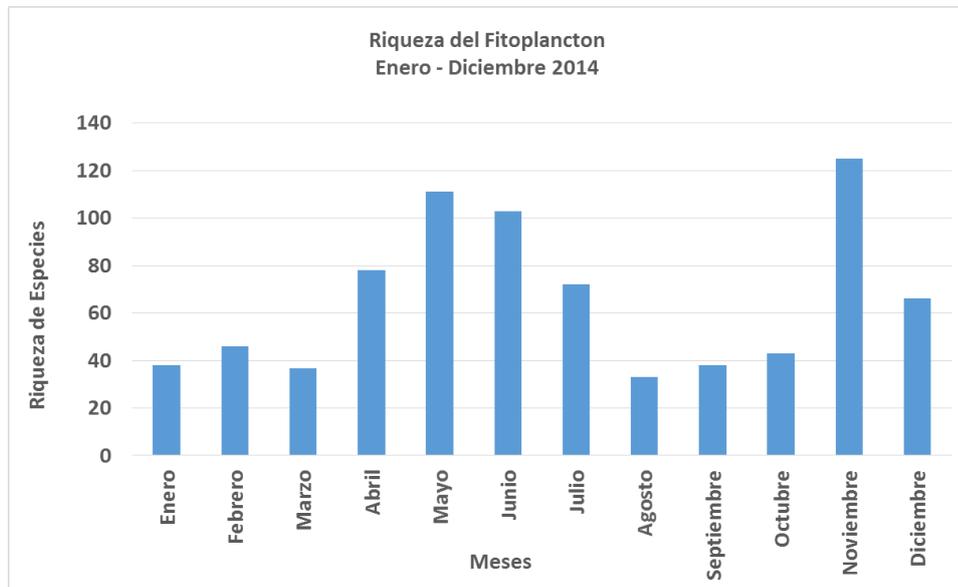


Figura 28. Riqueza del Fitoplancton Enero - diciembre 2014

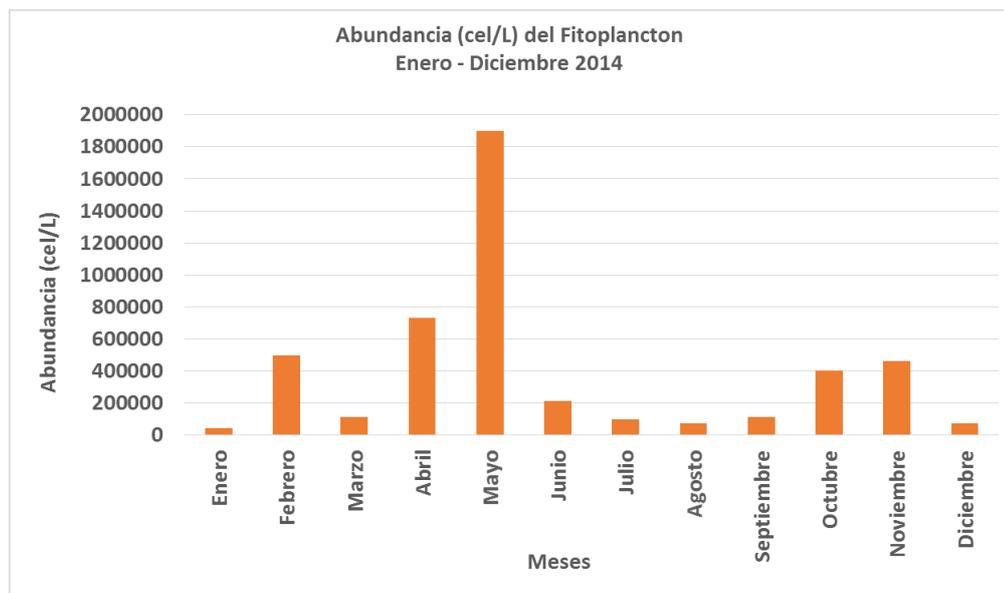


Figura 29. Abundancia (Cel/L) del Fitoplancton Enero - diciembre 2014

## 6.2 Variables ambientales en aguas superficiales:

Durante el año 2014 en el mes de mayo la temperatura superficial del mar (TSM) registró su máximo valor 29°C y la temperatura mínima se registró en el mes de setiembre 23.4 °C. En el primer trimestre (enero-marzo) la temperatura superficial del mar osciló entre 26.2°C a 27.9°C, durante el segundo trimestre (abril-junio) osciló entre 22.4 °C a 29°C el cual produjo un aumento tanto de la riqueza y la abundancia en comparación al trimestre anterior, para el tercer trimestre osciló entre 23.8°C a 26.3°C; lo cual disminuyó los valores de la riqueza y abundancia. Los valores en el cuarto trimestre se mantuvieron en el mismo rango del trimestre anterior (Tabla 20, Figura 30). El incremento promedio de la temperatura durante el año 2014 fue en promedio de 2°C.

En la zona costera de Tumbes la salinidad superficial está influenciada por el efecto de AES (Aguas Ecuatoriales Superficiales) y ATS (Aguas Tropicales Superficiales). La salinidad superficial del mar durante el 2014 osciló entre 30.4 UPS y 33.9 UPS en el primer trimestre, para el segundo trimestre presentó valores entre 30.1 UPS y 33.4 UPS, el tercer trimestre la salinidad disminuyó en comparación a los trimestres anteriores de manera similar a lo ocurrido con la riqueza y abundancia del fitoplancton y en el cuarto trimestre aumentó su registro la salinidad de manera que la riqueza y abundancia también se recuperaban en comparación al trimestre anterior (Tabla 21, Figura 31).

El pH superficial del mar durante el año 2014 registró su máximo valor en el mes de noviembre con 8.2 y sus valores más bajos se presentaron en los meses de marzo y junio con 8. En el primer trimestre presentó valores por debajo de 8, durante el segundo trimestre (abril-junio) osciló entre 8 a 8.2 valores que registraron riqueza y abundancia elevada en comparación al trimestre anterior, para el tercer trimestre (julio - setiembre) que registró valores similares al anterior trimestre, cuando los niveles de riqueza y abundancia disminuyeron y el cuarto trimestre (octubre - diciembre) osciló entre 8.1 a 8.2 (Tabla 22, Figura 32).

Durante el año 2014, el oxígeno disuelto superficial del mar registró su máximo valor en el mes de setiembre 7.6 mg/L y la menor concentración se presentó en enero con 5.4 mg/L. En el primer trimestre (enero-marzo) osciló entre 5.4 a 6.4 mg/L cuando los valores de la riqueza y abundancia del fitoplancton presentaban rangos similares de enero a marzo, durante el segundo trimestre (abril-junio) osciló entre 6.1 a 7.1 mg/L, mostrándose también el aumento de la riqueza y abundancia del fitoplancton, para el tercer trimestre (julio - setiembre) y cuarto trimestre (octubre - diciembre) obtuvo valores similares, con la diferencia que la riqueza y abundancia del fitoplancton disminuían (Tabla 23, Figura 33).

Tabla 20: Temperatura (°C) Superficial del Agua Marina por estación de muestreo (enero - diciembre 2014)

Estaciones	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5	ECA 2013	Prom. T° 2014
ENERO	26.3	26.3	26.7	26.6	26.8	28.3	25.9
FEBRERO	26.2	26.3	27.1	26.9	27.2	28.3	25.9
MARZO	26.5	27.9	27.4	27.2	27.6	28.3	25.9
ABRIL	22.4	27.5	27.8	27.6	27.7	28.3	25.9
MAYO	27.9	27.9	28.9	28.8	29	28.3	25.9
JUNIO	26.3	26.3	26.4	27	26.8	28.3	25.9
JULIO	25.3	25.4	26.3	26.1	25.9	28.3	25.9
AGOSTO	24.1	24.1	24.5	24.6	24.2	28.3	25.9
SETIEMBRE	22.8	22.9	24.2	24	24	28.3	25.9
OCTUBRE	23.9	23.8	24.1	24.3	24.6	28.3	25.9
NOVIEMBRE	24.4	24.4	25.5	25.8	24.3	28.3	25.9
DICIEMBRE	25.5	26.1	26.1	26.3	26	28.3	25.9

Se resaltan los valores máximos y mínimos registrados en cada trimestre

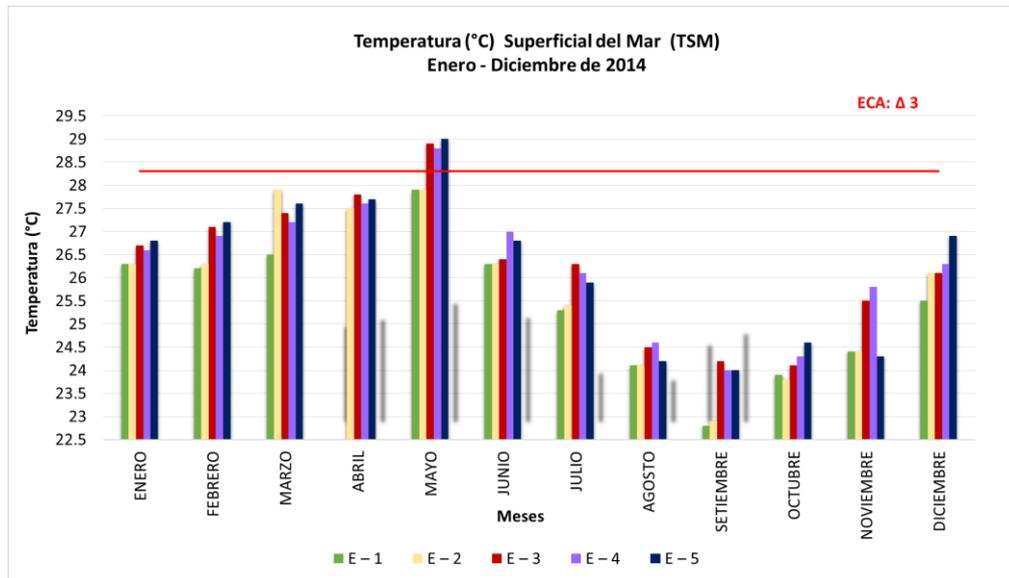


Figura 30. Temperatura (°C) superficial del mar (TSM) Enero – Diciembre 2014

**Tabla 21: Salinidad superficial del mar (SSM) por estación de muestreo (enero - diciembre 2014)**

Estaciones	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5
<b>ENERO</b>	32.80	32.70	32.70	32.70	32.90
<b>FEBRERO</b>	33.10	33.10	33.90	33.00	33.00
<b>MARZO</b>	30.60	30.40	31.10	31.20	31.50
<b>ABRIL</b>	32.30	32.30	32.00	32.10	32.20
<b>MAYO</b>	30.60	30.50	30.10	30.70	29.90
<b>JUNIO</b>	33.20	33.40	33.30	33.40	33.40
<b>JULIO</b>	27.90	27.50	27.50	27.60	27.80
<b>AGOSTO</b>	28.68	28.97	28.38	28.82	28.67
<b>SETIEMBRE</b>	33.95	34.03	33.34	33.36	33.24
<b>OCTUBRE</b>	32.71	33.93	33.68	33.32	33.48
<b>NOVIEMBRE</b>	33.14	32.74	33.25	32.71	32.95
<b>DICIEMBRE</b>	34.14	34.22	33.75	33.56	33.92

Se resaltan los valores máximos y mínimos registrados en cada trimestre

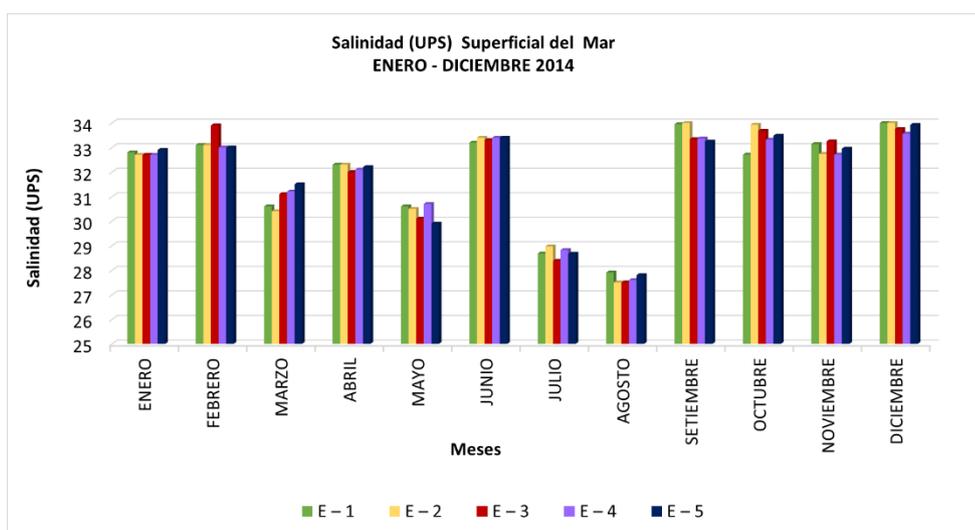


Figura 31. Salinidad (UPS) superficial del mar (SSM) Enero - Diciembre 2014

Tabla 22: pH Superficial del mar por estación de muestreo  
(enero - diciembre 2014)

Estaciones	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5	ECA (min)	ECA (max)
ENERO	8.09	8.08	8.05	8.11	8.08	6.80	8.50
FEBRERO	8.06	8.17	8.09	8.08	8.20	6.80	8.50
MARZO	8.00	8.00	8.05	8.05	8.05	6.80	8.50
ABRIL	8.10	8.10	8.20	8.17	8.20	6.80	8.50
MAYO	8.10	8.10	8.15	8.19	8.10	6.80	8.50
JUNIO	8.20	8.00	8.10	8.10	8.10	6.80	8.50
JULIO	8.10	8.20	8.10	8.20	8.20	6.80	8.50
AGOSTO	8.17	8.16	8.15	8.18	8.17	6.80	8.50
SETIEMBRE	8.18	8.20	8.18	8.17	8.17	6.80	8.50
OCTUBRE	8.19	8.15	8.19	8.20	8.19	6.80	8.50
NOVIEMBRE	8.22	8.19	8.15	8.20	8.18	6.80	8.50
DICIEMBRE	8.16	8.18	8.19	8.18	8.19	6.80	8.50

Se resaltan los valores máximos y mínimos registrados en cada trimestre

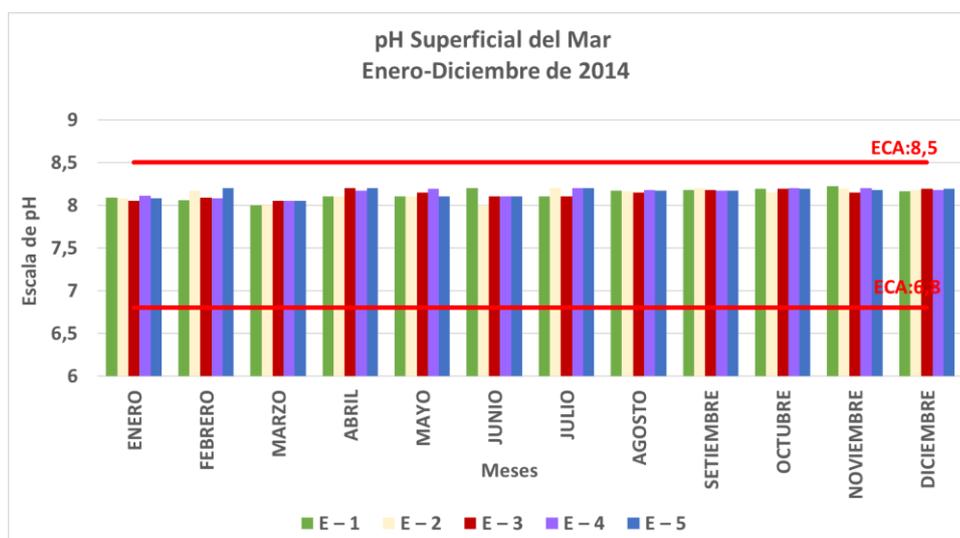


Figura 32. pH Superficial del mar enero - Diciembre 2014

Tabla 23: Oxígeno Disuelto (mg/L) Superficial del mar por estación de muestreo

Enero - diciembre 2014

Estaciones	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5	ECA
ENERO	5.58	5.48	5.52	5.51	5.45	2.50
FEBRERO	6.40	6.44	6.33	6.17	6.10	2.50
MARZO	6.30	6.20	6.30	6.20	6.40	2.50
ABRIL	6.60	6.20	6.30	6.30	6.40	2.50
MAYO	6.50	6.10	6.11	6.11	6.20	2.50
JUNIO	7.10	6.90	6.80	7.00	6.90	2.50
JULIO	6.40	7.00	6.90	7.00	6.40	2.50
AGOSTO	7.26	7.31	7.27	7.35	7.30	2.50
SETIEMBRE	7.42	7.62	7.58	7.47	7.45	2.50
OCTUBRE	7.10	7.30	7.29	7.46	7.46	2.50
NOVIEMBRE	7.11	7.08	7.11	7.18	7.12	2.50
DICIEMBRE	6.96	6.87	6.90	6.86	6.86	2.50

Se resaltan los valores máximos y mínimos registrados en cada trimestre

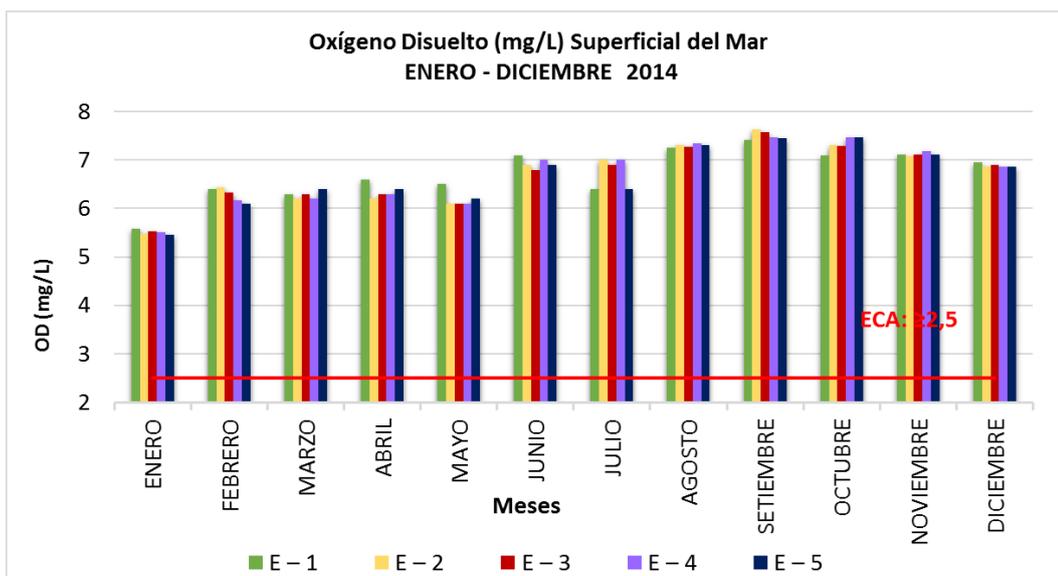


Figura 33. Oxígeno Disuelto (mg/L) Superficial del mar enero - diciembre 2014

### 6.3 Índices de Diversidad:

Los índices de diversidad alfa durante el año 2014 en el fitoplancton marino, reflejó valores variables en todas las estaciones. El índice de Shannon-Wiener valores similares en las estaciones E-1, E-2 y E-3, en la estación E-4 se presenta su valor medio mostrando la diversidad de las especies en el área evaluada. El índice de Simpson muestra también valores similares entre las estaciones E-1, E-2 y E-3 entre 0.91 a 0.95 mostrando la probabilidad que los individuos seleccionados aleatoriamente en la muestra pertenezcan a especies diferentes. Y el índice de Pielou registró valores similares en las tres primeras estaciones, valores que están entre 0.51 a 0.70 correspondientes a una situación donde las especies son distribuidas de manera equitativa en las estaciones evaluadas (Figura 34).

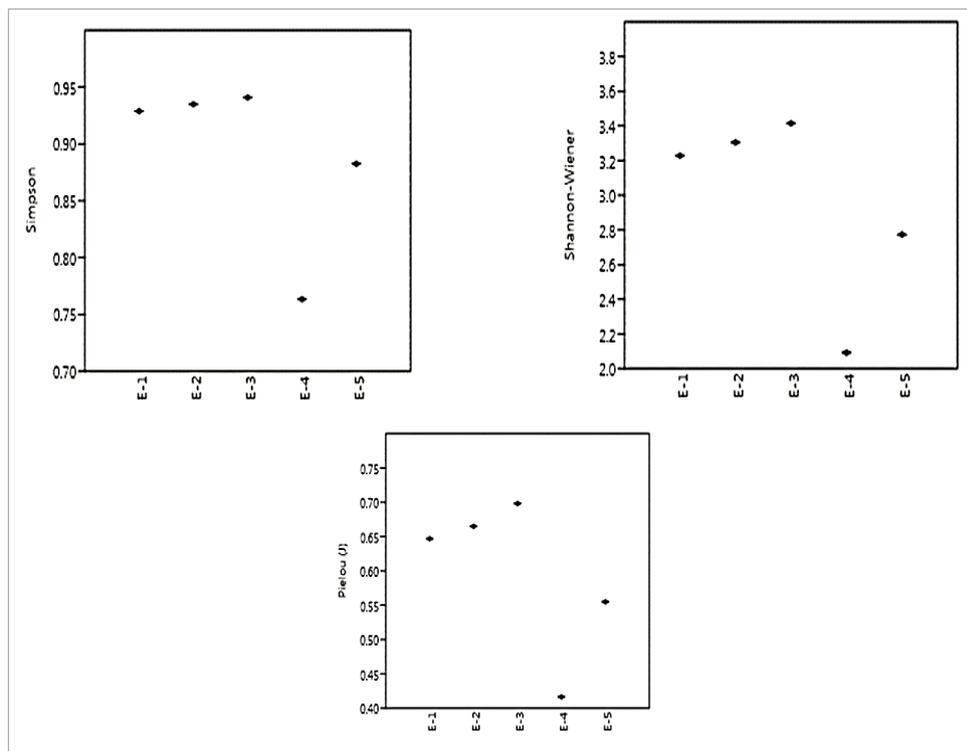


Figura 34. Evaluación de los Índices de Diversidad Alfa (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou) del fitoplancton evaluado en la Plataforma Albacora del Lote Z1, en el año 2014.

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 Fitoplancton

Las diatomeas registraron 46 géneros, siendo los géneros más representativos *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Guinardia* y *Pseudo-nitzschia* presentes en todos los trimestres de año 2014 con una abundancia favorable coincidiendo con los autores Delgado, *et al* (2008), Coello, *et al* y Tapia (2010) Vera (2014) y Basilio (2014) que mencionan a estos géneros como los más frecuentes y abundantes en los estudios realizados en aguas ecuatoriales superficiales. Además las especies *Guinardia striata* y *Leptocylindrus danicus* presentaron mayores concentraciones celulares en todos los trimestres coincidiendo con Gonzales, *et al* (2012) que son las especies más habituales en la evaluaciones superficiales; la especie *Pseudo-nitzschia delicatissima*; se registró en las estaciones E-4 y E-5 como menciona Basilio (2014) más cerca de la costa. Las especies antes mencionadas fueron acompañadas con especies del Genero *Chaetoceros* como: *Chaetoceros socialis*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros lorenzianus* y *Chaetoceros curvisetus* coincidiendo con los autores Armijos (2007) y Tapia (2010) que mencionan a estas como frecuentes en las evaluaciones de aguas superficiales en la zona ecuatorial. Las especies *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Pseudonitzschia delicatissima* y *Rhizosolenia imbricata* se presentaron durante todo el año 2014 con una TSM promedio de 25. 5°C a diferencia de lo referido por Armijos (2007) que menciona a estas especies típicas de TSM promedio menor a 24°C. Las diatomeas *Chaetoceros coarctatus* y *Guinardia striata* se presentaron cuando la TSM superficial fue mayor a 25°C coincidiendo con Naranjo & Tapia (2013) que refieren a estas especies como indicadoras de aguas cálidas típicas de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

En cuanto a los dinoflagelados se registraron 29 géneros, siendo los más representativos *Ceratium*, *Protoperdinium* y *Prorocentrum* registrados en todos los trimestres del año 2014 con una abundancia óptima, coincidiendo con los autores Vera (2014), Ordinola (2017) y Ruiz (2017) que mencionan a estos géneros como los más frecuentes y abundantes en los estudios realizados en aguas superficiales. Las especies acompañantes fueron *Ceratium furca*, *Prorocentrum micans* y *Dynophysis caudata*, que presentaron densidades variables en todos los trimestres evaluados, coincidiendo con los autores Rojas, *et al* (1983) y Montes *et al* (2006) que mencionan a estas como dinoflagelados predominantes.

También se han registrado especies como *Ceratium trichoceros* y *Goniodoma polyedricum* las cuales están presentes en aguas cálidas y con densidades regulares de manera similar a los trabajos Ordinola (2017) y Ruiz (2017). La mayoría de especies pertenecen a aguas cálidas con una TSM promedio de 25.5°C resaltando la gran importancia de los organismos planctónicos como indicadores biológicos de aguas cálidas como *Ceratium furca*, y *Protoperdinium depressum*, similar a los trabajos de Balech y Ferrando (1964), Pesantes (1983) y Montes *et al* (2006). Otras especies acompañantes que se registraron frecuentemente fueron: *Scrippsiella trochoidea* y *Gonyoulax polygromma* coincidiendo con lo mencionado por Armijos (2007). La especie *Ceratium breve* se registró durante el tercer trimestre similar al trabajo de Ochoa y Gómez (1997), especie distribuida ampliamente en la zona norte típica de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) confirmando lo que menciona Villanueva (1997) como indicador de Aguas Ecuatoriales (AES). Se hace mención a las especies de fitoplancton que forman “mareas rojas”, como las diatomeas del genero *Pseudo-nitzschia grupo delicatissima* y *Pseudo-nitzschia grupo seriata* con abundancias relativas, aunque no corresponden a floraciones algales como mencionan Gonzales, *et al* (2012). El dinoflagelado asociado a eventos como la “mareas rojas” es la especie *Gyrodinium sp.*, sus valores registrados no corresponden a floraciones algales como lo menciona Torres (2011).

Las estaciones que registraron mayor número de especies e individuos del fitoplancton durante la evaluación fueron las estaciones E-4 y E-5 coincidiendo con lo mencionado con Rojas, *et al* y Jiménez (1983), indicando que el fitoplancton va en aumento desde la costa (5 millas). En cuanto a la estación E-3, en la cual se ubica la plataforma Albacora, presentó valores variables durante la evaluación, sin embargo, en el último trimestre registró un elevado aumento de especies e individuos a diferencia de Tapia (2010) que menciona la disminución de la concentración celular en el terminal petrolero donde se realizan actividades similares al de la plataforma Albacora.

## 7.2 Variables Ambientales

Los valores presentados durante el año 2014 de temperatura y salinidad son en su mayoría típicos de la zona, teniendo valores similares a los reportados por Zuta & Guillen (1970), Morón (2000) y Montero (2013). La temperatura superficial del mar (TSM) durante el año 2014 registró su temperatura promedio entre 25.1 – 26.4°C concordando con los valores que mencionan los trabajos realizados por Arcos y Bonilla (1989), Morón (2000) y Montero (2013) que la temperatura superficial del mar (TSM) presenta un rango promedio de 25°C – 26°C.

La distribución superficial del fitoplancton registró la mayor riqueza y abundancia en el mes de setiembre de 2014, cuando la temperatura alcanzó los 24 °C, teniendo una similitud con lo mencionado por Ruiz (2017), que relacionan las variables ambientales con la riqueza y abundancia de los organismos planctónicos; indicando un marcado efecto de los parámetros de temperatura y salinidad en la abundancia sobre este grupo.

Las especies *Ceratium furca* y *Ceratium trichoceros* incrementaron el número de individuos durante el mes de mayo en donde la temperatura alcanzó su máximo valor de 29°C durante el 2014, coincidiendo con Ordinola (2017) y Ruiz (2017) quienes indican que existen algunas especies fitoplanctónicas que incrementan su abundancia frente a temperaturas altas. La especie *Guinardia striata* fue observada a una TSM promedio de 26 °C coincidiendo con Torres & Tapia (2002), que mencionan a esta especie típica de temperaturas promedio entre los 22,7°C a 26°C.

Los resultados hallados en relación a la temperatura superficial del mar (TSM) cumplen con los Estándares de Calidad de Agua del Ministerio del Ambiente (2008), según el ECA: D.S. 002-2008-MINAM que determina la variación de la temperatura considerando la media histórica de la información disponible del último año 2013 que fue de 28°C, siendo para el año 2014 entre los 22°C – 29 °C (*Categoría 2 Conservación del ambiente acuático, subcategoría 3 Ecosistema marino costero*). En la zona costera de Tumbes la salinidad superficial está influenciada por el efecto de AES y ATS. La salinidad superficial del mar durante el 2014, registró su máximo valor en el mes de diciembre con 34.22 UPS, mientras que su mínimo valor se observó en el mes de julio con 27.5 UPS. El promedio fue de 31,2 UPS de manera similar a los valores mencionados por Montero (2013).

### 7.3 Índices De Diversidad

Los índices de diversidad alfa muestran una variabilidad de especies durante el año 2014; así tenemos que la estación E-1 presentó los valores más representativos: índice de Shannon  $H' = 2.99$  bits/célula, indicando una diversidad media entre los rangos de 0 a 5; índice de Pielou  $J' = 0,73$  lo que demuestra una dominancia del grupo de las diatomeas sobre los dinoflagelados y el índice de Simpson  $1-D=0.91$  que indica la constancia de especies entre estaciones, encontrándose un ambiente favorable y de condiciones constantes, concordando con lo establecido por Alcolado, (2001)

## VIII. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- La variación espacio-temporal del fitoplancton marino en la plataforma Albacora, registró mayor riqueza y abundancia en las estaciones E-4 y E-5 durante el segundo trimestre.
- La distribución superficial trimestral del fitoplancton registra mayor riqueza y abundancia cuando la temperatura superficial alcanza un promedio de 25,5°C, la salinidad 33.2 UPS, el pH 8.1 y el Oxígeno Disuelto 5.9 ml/L; valores que permiten el desarrollo de las especies en el área evaluada.
- Los índices de diversidad del fitoplancton reconocen el dominio de las diatomeas sobre los dinoflagelados en las estaciones E-1, E-2 y E-3 durante todos los trimestres del año.
- Se reportan como bioindicadores del fitoplancton a *Chaetoceros coarctatus*, *Guinardia striata* y *Ceratium breve* relacionados con la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

## IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alcolado, P. (15 de mayo de 2017). *Diversidad y bioindicación ambiental en el mar*. Instituto de Oceanografía. Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente (CTTMA) V (0): 0 julio 2001. Recuperado de: <http://oceanologia.redciencia.cu/articulos/articulo08.pdf>
- Armijos Roblero, S. (15 de mayo de 2017). *Validez del plancton marino como indicador de condiciones oceanográficas en aguas ecuatorianas*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Recuperado de: [http://catalogobibliografico.ug.edu.ec:82/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=360651](http://catalogobibliografico.ug.edu.ec:82/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=360651)
- Balech, E., & Ferrando, H. (1964). *Fitoplancton marino*. [Buenos Aires]: Editorial Universitaria de Buenos Aires. Cap XII; 114-122 pg.
- Basilio, V. (2014). *Distribución y Abundancia Del Fitoplancton (Diatomeas y Dinoflagelados) en la Bahía de Santa Elena (Salinas-Ecuador) de Julio-diciembre del 2013 (Licenciatura)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar.
- Coello, D., Prado, M., Cajas, J., & Cajas, L. de. (2010). *Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana*. Revista de Ciencias Del Mar y Limnología, V 4 (2): pp.23-43.
- Delgado, E., Chang, F. & Bernaldes A. (2015). *Fitoplancton del mar peruano en el verano 2008. Informe Instituto del Mar de Perú*. 42(2):172-177.
- Gonzales, I., Paredes, J., Segura, M. & Quispe, Y. (15 de mayo de 2017). *Informe Preliminar de la Evaluación de las Condiciones Oceanográficas en la Zona de Mortandad de Concha de Abanico (Puerto Rico, Vichayo, Barrancos y La Bocana) en la Región Piura*. Instituto del Mar del Perú. Recuperado de: [http://www.imarpe.gob.pe/paita/informes/Inf\\_mortal\\_cabanico290212.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/paita/informes/Inf_mortal_cabanico290212.pdf).
- Gutiérrez, D., Aronés, K., Chang, F., Quipúzcoa, L., & Villanueva, P. (2005). *Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensamblajes de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002*. *Boletín de Imarpe*. Vol. (22): Nos. 1 y 2, pp 1-57.

- Instituto Oceanográfico de la Armada - INOCAR (24 de mayo de 2017.). Derrotero de la costa Continental Insular del Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada Ecuatoriana, 4ta.Edición, Guayaquil, Ecuador. Cap. I: 15 pp. Recuperado de: <http://www.icm.csic.es/articles>
- Jiménez, R. & Bonilla, D. (1980). Composición y distribución de la biomasa del plancton en el Frente Ecuatorial. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 1 (1):19-64.
- Jiménez, R. (1983). Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Bol. Inst. Oceanográfica de la Armada. Vol 2(2).
- Lanza Espino, G., Hernández Pulido, S. & Carbajal Pérez, J. (2011). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores) (2a. ed.)*. México, D.F.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V. 633 pp.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*.
- Ministerio del Ambiente (2008). Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Ministerio del Ambiente, Lima – Perú.
- Mohan, R.; Shanvas, S.; Thamban, M & Sudhakar, M (2006). Spatial distribution of diatoms in surface sediments from the Indian sector of Southern Ocean. *Current Science*, 91(11): 1495-1502.
- Montes, R; Gálvez, M. & Rivera, H. (2006). Fitoplancton de la Bahía de Sechura, Piura – 2005. *Universalía* 11 (2) ,57-65.
- Montero, P. (2013). Calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos de la Región Tumbes, 2007. *Boletín del Instituto del Mar Perú*. 40(3-4): 240-253.
- Morón, O. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Boletín del Instituto del Mar Perú* 19 (1-2), 179-204.
- Nahle, N (24 de mayo de 2017). *Ambientes Marinos*. Biology Cabinet Organization. New Braunfels, TX.  
Recuperado de: [http://www.biocab.org/Ambientes\\_Marinos.html](http://www.biocab.org/Ambientes_Marinos.html).

- Naranjo, C & Tapia, M.E. (2013). Variabilidad Estacional del Plancton en La Bahía de Manta en la Costa Ecuatoriana, durante el 2011. *Acta Oceanográfica Del Pacífico VOL. 18 N° 1, 65-74.*
- Ordinola Q (18 de junio 2018). "*Fitoplancton superficial entre las coordenadas 03°23' y (Licenciatura)*". Universidad nacional de Piura, Facultad de Ciencias. Recuperado de: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1023>
- Pesantes, F. (1983). Los Dinoflagelados como Indicadores de "El Niño" en el Mar Ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador, 2(1), 85-117.*
- Rice, E. W., & American Public Health Association. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (22. ed). Washington, DC: American Public Health Association.
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (2000). *The diatoms: biology & morphology of the genera* (Reprinted). Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Rojas de Mendiola, B. (1985). *Efectos del Fenómeno «El Niño» sobre el Fitoplancton.*
- Ruppert, E., Barnes, R., & Salido, J. (1996). *Zoología de los invertebrados* (6th ed., pp. 2-5). México: McGraw-Hill.
- Ruiz L (18 de junio 2018). *Fitoplancton Superficial En La Caleta Los Órganos (Licenciatura)*. Universidad nacional de Piura, Facultad de Ciencias. Recuperado de: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1025>
- Tapia, M. E. (24 de mayo de 2017). *Variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en el estuario interior de Esmeraldas durante los años 2004-2005.* Recuperado de <https://www.oceandocs.org/handle/1834/4653>
- Tarazona, J; Gutiérrez, Dimitri; Paredes, C & Indacochea, Aldo (24 de mayo de 2017). Una Revisión y Desafíos para la Investigación en Biodiversidad Marina en Perú. *Gayana 67(2):206-231.*  
Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/40339496/Tarazona-Et-Al-2003-Overview-and-Challenges-of-Marine-Biodiversity>

Torres G. & Tapia M, (24 de mayo de 2017). Distribución del Fitoplancton en la región costera del Mar Ecuatoriano, durante diciembre 2000. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*. Vol.11 (1): 31 – 41. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/277038055\\_Distribucion\\_del\\_fitoplancton\\_en\\_la\\_region\\_costera\\_del\\_mar\\_ecuatoriano\\_durante\\_diciembre\\_2000](https://www.researchgate.net/publication/277038055_Distribucion_del_fitoplancton_en_la_region_costera_del_mar_ecuatoriano_durante_diciembre_2000)

Torres Chuquimarca, G. (24 de mayo de 2017). *Eventos de Mareas Rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador* (Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador 2011. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11942>

Utermöhl, H. (1931). Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Plankton (Mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons.). *SIL Proceedings*, 1922-2010, 5(2), 567-596. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/03680770.1931.11898492>

Vera Borbor, E. (24 de mayo de 2017). *Incidencia de nutrientes y la TSM en proliferación de Dinoflagelados en dos sectores marino - costeros de la Provincia de Santa Elena* (Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador 2014. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6070>

Villanueva Merino, P. (24 de mayo de 2017). Caracterización del Área Costera de Tumbes por organismos del fitoplancton durante 1990-1991. *Instituto Del Mar Del Perú - IMARPE*. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080///handle/123456789/2094>

Zuta, S., & Guillén, O. (24 de mayo de 2017). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Instituto del Mar del Perú – IMARPE*. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080///handle/123456789/949>